

Trabajo de Fin de Grado

## **Grado en Ingeniería Industrial**

### **Desarrollo del coche hasta el 'Robotaxi'**

#### **MEMORIA**

**Autor:** Laura Roget de Aysa  
**Director:** Luis Sainz Sopera  
**Convocatoria:** Junio 2018



Escola Tècnica Superior  
d'Enginyeria Industrial de Barcelona







## Resumen

Este trabajo estudia el desarrollo actual de los vehículos en los cuatro ámbitos más importantes hoy en día: coche conectado, coche autónomo, coche compartido, o coche eléctrico.

En primer lugar, el coche conectado es aquel que mediante tecnologías de comunicaciones como internet, red inalámbrica o satélite, pueden mantener intercambio de información con el exterior. Actualmente los coches conectados ofrecen prestaciones simples y que están en continuo desarrollo. En el capítulo 4, se presentarán las características que ofrece un coche conectado, en qué subgrupos se divide y como funciona con el objetivo de entender cómo puede ser el coche del futuro o Robotaxi.

En segundo lugar, los vehículos autónomos son automóviles capaces de imitar las capacidades humanas de manejo y control, percibiendo el medio que le rodea y desplazándose en consecuencia. En el capítulo 5, se analizan los distintos niveles de autonomía de los vehículos actuales, sus prestaciones y el futuro desarrollo que cabe esperar de los mismos.

En tercer lugar, el coche compartido es un servicio de alquiler de coches temporal ya sea días, horas o minutos. En general, se divide en car sharing o ride sharing, dependiendo de si se comparte el viaje o el coche. Este es un nuevo sistema que ayuda principalmente a la reducción de contaminación y la reducción de coches en las ciudades. En el capítulo 6, se presenta este servicio analizando sus ventajas e inconvenientes y cómo estos sistemas están haciéndose cada día más fuertes en la sociedad.

Por último, el vehículo eléctrico es un vehículo que, a diferencia de los vehículos de combustión, funciona impulsado por uno o más motores eléctricos que emplea la energía almacenada en las baterías recargables y la transforma en energía cinética. En el capítulo 7, se presentan los vehículos eléctricos con sus cualidades y se hace una comparación con vehículos de combustión, pudiendo ver así, qué ventajas e inconvenientes aportan.

Por otro lado, se incluye una aplicación del trabajo anterior centrada en el estudio de la implementación de un sistema de car sharing en Barcelona. Mediante este estudio, se comprueban los puntos débiles del car sharing hoy en día, desde el punto de vista de la empresa y se estudia cuánto tardaría en ser rentable.

## Sumario

<b>RESUMEN</b>	<b>3</b>
<b>SUMARIO</b>	<b>4</b>
<b>1. GLOSSARIO</b>	<b>7</b>
<b>2. PREFACIO</b>	<b>9</b>
2.1. Origen del proyecto .....	9
2.2. Motivación .....	9
<b>3. INTRODUCCIÓN</b>	<b>11</b>
3.1. Objetivos del proyecto .....	11
3.2. Alcance del proyecto .....	12
<b>4. COCHE CONECTADO</b>	<b>13</b>
4.1. Introducción .....	13
4.2. Aplicaciones actuales de los coches conectados .....	13
4.2.1. Información y entretenimiento .....	14
4.2.2. Seguridad .....	14
4.2.3. Eficiencia y diagnóstico .....	15
4.2.4. Navegación .....	16
4.3. Realización actual de las aplicaciones de un coche conectado .....	16
4.3.1. Smartphone Integrativa .....	16
4.3.2. Data plug/Dongle .....	19
4.3.3. Sistema embebido - Embedded system .....	21
4.4. Conexión vehículo-exterior (V2X) .....	22
4.4.1. Objetivos .....	23
4.4.2. Defectos del sistema .....	23
4.4.3. Enfoque técnico .....	24
4.4.4. Aplicaciones .....	25
4.4.5. Sistemas V2X que tienen coches de hoy en día .....	27
4.4.6. CAR 2 CAR Communication Consortium (C2C-CC*) .....	28
<b>5. VEHÍCULOS AUTÓNOMOS</b>	<b>29</b>
5.1. ¿Qué es un vehículo autónomo? .....	29
5.2. Funciones de los coches autónomos .....	31
5.2.1. Sistemas de vehículos autónomos .....	31
5.2.2. Funciones futuras de los vehículos autónomos .....	34

5.3.	Componentes de los coches autónomos .....	37
5.4.	Modelos y características de algunos vehículos autónomos.....	38
5.4.1.	Nivel 2: .....	38
5.4.2.	Nivel 3 .....	39
5.4.3.	Nivel 4 .....	40
5.4.4.	Nivel 5 .....	41
5.5.	Estudios de sistemas de coches autónomos.....	46
5.5.1.	Frenada automática de emergencia .....	46
5.6.2.	Impacto en el PIB.....	50
5.6.3.	Impacto en la sociedad .....	50
<b>6.</b>	<b>COCHE COMPARTIDO</b> .....	<b>52</b>
6.1.	Introducción .....	52
6.2.	Ventajas e inconvenientes .....	53
6.3.	Clasificación de CS.....	56
6.4.	Desarrollo del CS.....	57
6.4.1.	Desarrollo internacional .....	57
6.4.2.	Desarrollo nacional.....	59
6.5.	Comparación económica de CS con propiedad de vehículo.....	60
<b>7.</b>	<b>VEHÍCULOS ELÉCTRICOS</b> .....	<b>61</b>
7.1.	Diferencia entre los vehículos eléctricos e híbridos .....	61
7.1.1.	Vehículo eléctrico .....	61
7.1.2.	Vehículo híbrido .....	61
7.2.	Ventajas e inconvenientes de los VE .....	62
7.3.	Componentes del VE .....	64
7.3.1.	Baterías .....	65
7.4.	Tipos de carga de los vehículos eléctricos.....	67
7.5.	Comparación entre VE y VC.....	68
7.6.	Evolución en cifras de los VE .....	72
7.6.1.	Desarrollo internacional .....	72
7.6.2.	Desarrollo nacional .....	73
<b>8.</b>	<b>APLICACIÓN</b> .....	<b>75</b>
8.1.	Introducción .....	75
8.2.	Estudio de viabilidad sobre la implantación del Car sharing en Barcelona.....	75
8.3.	Estudio de la ubicación del Car sharing .....	76
8.3.1.	Recarga de los vehículos de la flota.....	76
8.3.2.	Aparcamiento .....	77

8.4. Elección de vehículos .....	77
8.5. Número de potenciales clientes .....	78
8.6. Costes .....	80
8.6.1. Selección de número de vehículos.....	80
8.6.2. Seguro de coche .....	82
8.6.3. Trabajadores.....	82
8.6.4. Alquiler de local .....	83
8.6.5. Limpieza del vehículo .....	83
8.7. Beneficios .....	83
8.8. Análisis económico .....	84
8.8.1. Análisis mediante las 5 fuerzas de Porter .....	84
8.8.2. Cálculo del VAN.....	85
8.8.3. Cálculo de la TIR .....	86
<b>9. PRESUPUESTO .....</b>	<b>89</b>
<b>10. IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>90</b>
<b>11. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>91</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>93</b>

# 1. Glossario

**ADAS:** Del inglés Advanced Driver Assistant System. Son sistemas de avanzados de ayuda a la conducción.

**AV:** Del inglés Autonomous Vehicle en español vehículo autónomo.

**B2C:** Del inglés Business to Consumer, en español del negocio al consumidor, se refiere al vehículo compartido.

**C2C-CC :** CAR 2 CAR Communication Consortium.

**CCA:** Control de crucero adaptativo.

**DSRC:** Sistema de información vehicular, es un tipo de red en la que los vehículos y las unidades de tierra son nodos del sistema.

**IEEE 802.11:** Define el uso de los dos niveles inferiores de la arquitectura o modelo OSI (capa física y capa de enlace de datos), especificando las normas de funcionamiento de una red de área local inalámbrica (WLAN).

**IMU:** Unidad de Medición Inercial del inglés Inertial Measurement Unit.

**ITS:** Intelligent traffic system.

**LIDAR:** Laser Imaging Detection And Ranging.

**MIT:** Instituto de Tecnología de Massachusetts.

**OEM:** Del inglés Original Equipment Manufacturer o fabricante de equipos originales .

**PIB:** El Producto Interior Bruto es una magnitud macroeconómica que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de demanda final de un país o región durante un período determinado, normalmente de un año.

**P2P:** Del inglés peer to peer o person to person. Se refiere a cuando diferentes personas deciden compartir vehículos y, por tanto, compartir gastos.

**UE-28:** Unión Europea cuando está compuesta por 28 países.

**VE:** vehículo eléctrico

**V2I:** Del inglés Vehicle to infrastructure, conexión vehículo-infraestructura.

**V2P:** Del inglés Vehicle to person, conexión vehículo-persona.

**V2V/C2C:** Del inglés Vehicle to vehicle, car to car, conexión entre vehículos.

**V2X:** Conexión vehículo-elemento genérico, incluye tanto otro vehículo como infraestructura.

**4G LTE:** La Evolución a Largo Plazo (Long Term Evolution) es un estándar para la comunicación inalámbrica de alta velocidad. Las redes LTE ofrecen velocidades más bajas que una verdadera red 4G.

## 2. Prefacio

### 2.1. Origen del proyecto

Cada día los coches evolucionan más rápido (motor eléctrico, autonomía, conectividad...) y aparecen cada vez más restricciones respecto a su uso a la hora de circular (seguridad, contaminación...). Frente a esta situación, resulta interesante el estudio de este creciente desarrollo del cual no se dispone de gran información debido lo reciente y rápida de su evolución.

Así, el origen de este proyecto surgió principalmente del interés por la evolución actual del sector de la automoción en general y de los vehículos en particular, así como por el impacto futuro que puede llegar a tener su desarrollo tecnológico.

Existen cuatro aspectos donde el desarrollo del automóvil se hace patente hoy en día.

La conectividad de los vehículos que ofrece la posibilidad de estar conectado con el exterior ya sea con las infraestructuras, vehículos o personas y poder así detectarlos y anticiparse a sus actos.

La autonomía del vehículo que es un aspecto muy estudiado y con muchos avances ya realizados y muchos por realizar. Hoy en día, ya se puede disfrutar de muchas ventajas que nos ofrece este sistema haciendo la conducción más sencilla con los niveles bajos de autonomía. Aun así, ya se están fabricando prototipos 100% autónomos.

El vehículo compartido, dividido en dos secciones (car sharing y ride sharing) el cual es uno de los avances más llamativos. Ya se empiezan a ver vehículos de diferentes empresas que se ponen al alcance de los usuarios para facilitar una movilidad limpia y fácil. Una de las principales ventajas es el ahorro de dinero por parte del usuario, factor que facilita mucho la movilidad a gente sin mucho dinero.

Por último, el vehículo eléctrico que es especialmente conocido por sus reducidas emisiones y elevada eficiencia, funcionando así con energía limpia para el medio ambiente.

Todo los apartados comentados anteriormente, van a suponer un antes y un después en la sociedad y en el sector del automóvil sobretodo, haciendo del transporte un acto limpio, rápido y eficiente.

### 2.2. Motivación

El sector del automóvil es uno de los sectores más importantes en la economía española hoy en día, representa un 10% del PIB y actualmente está sufriendo muchos cambios. Como consecuencia los vendedores de coches van a pasar a ser vendedores de servicios. Al tener un modelo productivo cambiante,

es necesario adaptarse con mayor celeridad a los nuevos modelos disruptivos como son la conectividad, energías alternativas, automatización, digitalización... Estos cambios ya se están viendo reflejados hoy en día en todos los vehículos del mercado.

Las principales tecnologías que influirán en el futuro del automóvil según un estudio realizado por la consultoría KPMG, donde se refleja la opinión de varios ejecutivos del sector, ha ido variando en los últimos 5 años. Este estudio muestra un ranking o lista de los 10 avances más importantes del mundo automovilístico se incluirán los apartados comentados en el trabajo, es decir, conectividad, car sharing, vehículo autónomo y vehículo eléctrico.

También se puede apreciar que, aunque las tecnologías influyentes en el futuro del vehículo sean las mismas, en los últimos dos años ha habido un gran cambio en las posiciones, donde las tecnologías que ocupaban antiguamente las últimas posiciones del ranking ahora pasan a ocupar las primeras y viceversa. Un claro ejemplo son las baterías eléctricas las cuales en 2014 se encontraban en la posición 10 mientras que en 2017 pasaron a liderar la lista. A parte de los factores que se comentarán en el trabajo, se puede apreciar como existen nuevas tecnologías como el Big Data la cual ocupa la posición 7 e influye claramente en la conectividad del coche (que ocupa la posición 2) proporcionando y almacenando información.

Este gran cambio influirá en el mercado y la economía dada la importancia del sector del automóvil en la economía de un país. Por ejemplo, esta gran influencia, en España, influye a 300.000 empleos directos en 2018 y 2 millones de empleos relacionados con el sector. Los empleos que crea este sector es, por cada puesto de trabajo directo en las fábricas de vehículos se crean cuatro en las fábricas de componentes y entre siete y ocho en el sector servicios. Y por cada euro de demanda de productos del sector, se generan 3,1 en el conjunto de la economía española.

Dada la gran influencia en el mundo del transporte, medio ambiente, tecnología y sociedad comentado anteriormente, se decidió elaborar el presente trabajo de forma que permitiese tener una idea más clara de hacia donde avanza un mercado tan importante como es el del automóvil.



## 3. Introducción

### 3.1. Objetivos del proyecto

El objetivo principal del proyecto es presentar el desarrollo actual de los futuros vehículos y analizar las posibilidades presentes y futuras de dicho desarrollo. Para ello se ha planteado el trabajo analizando los cuatro pilares principales en los que se fundamenta el futuro del vehículo: coche conectado, vehículos autónomos, coche compartido y vehículos eléctricos. En general, para cada uno de ellos el trabajo estudia las nuevas tecnologías que ofrecen hoy en día los vehículos y analiza qué objetivos y avances se esperan para un futuro no tan lejano. En particular el trabajo persigue los siguientes objetivos particulares para cada uno de los apartados anteriores:

La primera sección trata sobre la conectividad de los vehículos. Esta se ha enfocado en dos partes principales las cuales tienen relación con el presente y el futuro en esta rama del desarrollo. La primera tiene como objetivo el estudio de las aplicaciones actuales de los coches conectados, las cuales incluyen información y entretenimiento, eficiencia, seguridad, navegación... También se estudiarán los diferentes tipos de conexión entre el Smartphone y el coche según sus características. La segunda parte, trata sobre las conexiones entre vehículo y exterior, ya sea otro vehículo, peatón o infraestructuras. Estas conexiones están en total desarrollo hoy en día y por eso es interesante saber que ventajas e inconvenientes nos aportan.

En segundo lugar están los vehículos autónomos. El objetivo principal es aclarar las características de los diferentes vehículos autónomos y algunos ejemplos de vehículos clasificados por niveles de autonomía. Además se añade un estudio realizado por Bosch en el que pone a prueba algunas funciones de varios coches según su precio y autonomía. Por último, se buscarán ejemplos de algunos modelos de vehículos autónomos que se están poniendo a prueba en diferentes países del mundo y se explicarán las funciones que realizan.

El coche compartido también es un componente muy importante del coche del futuro. Los objetivos de este apartado son diferenciar el hecho de compartir el coche (car-sharing) o compartir viaje (ride-sharing). Se pretende estudiar la necesidad de compartir coche y qué ventajas e inconvenientes presenta. Una parte también importante, es el desarrollo continuo que tiene no solo en España sino en todo el mundo.

Por último, está el vehículo eléctrico. Este tema es más conocido hoy en día, aun así, tiene muchas secciones no tan típicas. En este apartado, se pretende estudiar los distintos componentes, en particular las baterías debido a su gran importancia dentro de este tipo de vehículo. Se comparará un vehículo eléctrico y un vehículo de combustión teniendo en cuenta

varios aspectos como la potencia, par motor, rendimiento, autonomía... Para saber como ha sido su desarrollo y la predicción en un futuro no tan lejano, también se incluye un estudio de las ventas de estos vehículos.

Finalmente, con los objetivos de cada apartado claros, se pretende juntar las ventajas y los avances de cada sección y cómo pueden influir y como deben complementarse entre ellos para llegar a la conclusión de cómo será el coche en el futuro o Robotaxi.

### **3.2. Alcance del proyecto**

Tal como se ha comentado en el apartado anterior el alcance del proyecto se extiende a los cuatro apartados básicos en el futuro desarrollo de los vehículos. Para todos ellos se desea clarificar el estado actual de la tecnología, los trabajos inmediatos que se están empezando a implementar, las tendencias a largo plazo que se esperan desarrollar y por último, el horizonte final que cabe esperar del desarrollo conjunto de los 4 aspectos analizados.

Hoy en día ya se pueden apreciar grandes cambios en los automóviles y en cada uno de los apartados. Los vehículos están conectados con el exterior y éste avance permite aplicaciones como: aviso de cambio de carril involuntario, control de velocidad, detección del coche de adelante entre muchas otras funciones.

Actualmente ya se empieza a experimentar con vehículos de nivel 5 de autonomía como el repartidor de pizza de Domino's Pizza o el coche autónomo de nuTonomy. Estos grandes avances son gracias a estudios como el realizado por Bosch en el que se ponen a prueba diferentes vehículos con función de frenado automático.

Referente a los vehículos compartidos, ya se están poniendo en marcha en muchas ciudades del mundo, donde poco a poco, van haciéndose su hueco y mejoran el medio ambiente.

Por último los vehículos eléctricos están cada día más al alcance de los consumidores, con precios más asequibles y con mejoras continuas. Esto se ve reflejado en estudios como el de 'Corriente eléctrica' con Renault donde se predice el aumento exponencial de las ventas de vehículos eléctricos en el año 2030.

Todo lo anterior debe de permitir tener una idea más clara sobre las posibilidades que ofrece y ofrecerá la industria del automóvil y como esas posibilidades pueden llegar a afectar a la vida cotidiana de las personas ya que la historia muestra como el sector automovilístico ha condicionado el desarrollo mundial y la vida en general.

## 4. Coche conectado

En este capítulo, se presenta una de las principales tecnologías de hoy en día y que está en fase de desarrollo, es el llamado 'Coche conectado'. Se estudiará las características que éste ofrece, en que subgrupos se divide y el funcionamiento y aplicaciones que tiene. De esta manera, se empezará a entender, a pequeña escala, cómo será el Robotaxi.

### 4.1. Introducción

Un coche conectado es aquel que mediante tecnologías de comunicaciones como internet, red inalámbrica o satélite, puede mantener intercambio de información con otros vehículos (V2V), con infraestructuras (V2I) o con personas (V2P). De esta manera, se puede detectar el tráfico y aumentar la fluidez, accidentes y otras alertas de seguridad. Hoy en día existen aplicaciones como MBW Connected NA que ofrece servicios los cuales calculan el tiempo de desplazamiento del usuario y alertan, mediante mensaje de texto, a las personas con las cuales tiene cita.

Otra manera de estar conectado, es mediante internet cuando el usuario está dentro del coche pudiendo disfrutar de las aplicaciones del Smartphone sin dejar de lado las llamadas que se deben hacer, los emails que hay que responder, etc. Esta conexión ya existe actualmente y está en continuo desarrollo.

Aunque la mayoría de gente no sea muy consciente, a partir de 2010, aproximadamente, los coches empezaron a estar conectados. En los siguientes apartados se presentan las aplicaciones que actualmente tienen los coches conectados y qué se prevé tener en un futuro.

### 4.2. Aplicaciones actuales de los coches conectados

Actualmente los coches conectados ofrecen prestaciones simples y que están en continuo desarrollo. Este apartado explicará las conexiones que se puede tener gracias, principalmente, a internet, y que facilitarán la vida del usuario proporcionando información, entretenimiento y conocimiento del vehículo entre muchas otras cosas. Gracias a estas conexiones, el conductor podrá aprovechar los trayectos de coche para ponerse al día de noticias, llamadas... que sin esta conectividad no se podría realizar. Estas aplicaciones se pueden clasificar atendiendo a los siguientes tipos:

#### 4.2.1. Información y entretenimiento

Hoy en día nadie se plantea salir a la calle sin teléfono móvil y, es que, tenemos la necesidad de estar pendientes de qué pasa en el mundo exterior, llamadas de trabajo, mensajes, emails, etc. Por eso, las marcas de coche, están estudiando la manera más sencilla para que el cliente pueda seguir haciendo las mismas funciones sin necesidad de desatender a la carretera.

Los servicios de información y entretenimiento que ofrece un coche conectado son los siguientes:

- Escuchar música, audios, podcast, internet mediante dispositivos como teléfonos móviles, Tablets, etc.
- Aplicaciones de Smartphone/iOS/Android.
- Ordenes de voz o manos-libres como 'Siri' de iOS , 'Reproduce mi canción' o 'Llévame a la gasolinera más cercana'.
- Bluetooth: ayuda al conductor a conectar el teléfono móvil con el coche para así poder hablar por teléfono, escuchar música, etc.
- Punto de acceso 4G Wi-Fi: más típico verlo en autobuses, pero en 2014 General Motors empezó con el modelo 'Chevy Malibu 2015' ofreciendo *4G LTE\** en todos sus coches.
- Ayuda contextual /ofertas: el sistema informático aprende las preferencias del conductor y ofrece ayuda cuando es necesario. Por ejemplo, cuando se esta quedando sin gasolina, le indica las gasolineras más cercanas. Existe el modelo SYNC2 en el cual el usuario dice 'Tengo hambre' y se muestran los restaurantes más cercanos.

#### 4.2.2. Seguridad

Muchas veces, cuando ocurre un accidente, la persona herida no tiene la capacidad de coger el teléfono y llamar a la ambulancia o, simplemente, no tiene cobertura que le permita realizar la llamada. Gracias a los servicios de conectividad, los automóviles están más vigilados, y de esta manera se puede proporcionar ayuda de manera más rápida y eficiente. Además, este apartado de seguridad también incluye advertencias sobre el camino que el usuario pretende realizar.

- Asistencia vial: la asistencia vial es un servicio proporcionado a los conductores de vehículos los cuales han sufrido avería en su vehículo o accidente significativo como para inmovilizar temporalmente el vehículo.

La asistencia vial más popular y conocido es el servicio On Star reflejado en la Fig. 4.1. Este servicio tiene localizado el coche vía satélite las 24 horas y en caso de que se activen los airbags automáticamente se activa la conexión con el centro On Star y si es conveniente se ponen en contacto con el 112.

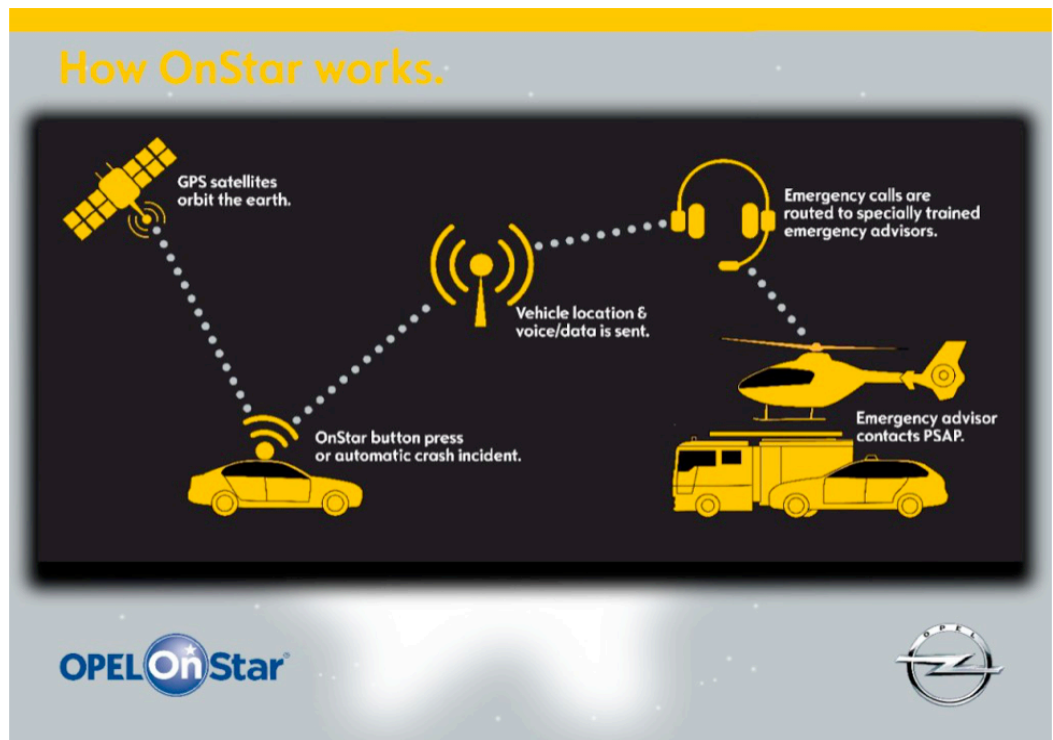


Fig. 4.1: Esquema del funcionamiento On Star de Opel [4.1]

- Advertencias de tráfico, seguridad y colisión: el conductor se puede conectar a aplicaciones notifican de atascos, accidentes, carreteras en mal estado, etc a tiempo real. Algunos de los programas de navegación que facilitan esta información son Waze, GoogleMaps, Tom Tom, entre otros.

#### 4.2.3. Eficiencia y diagnóstico

Este apartado incluye todo lo relacionado con el buen funcionamiento del automóvil para el conocimiento del usuario. Ayudará a tener controlado el estado del coche y saber cuando hace falta una revisión o mantenimiento. A continuación se numeran algunas funciones:

- Diagnóstico del automóvil: los sistemas del coche alertan al conductor la necesidad de servicios o problemas con el coche.
- Pronósticos predictivos: los usuarios reciben alertas cuando el motor de arranque, el motor de combustible o la batería están a punto de fallar.

- Las aplicaciones de móvil que identifican el parking más cercano y pueden pagar a distancia.
- Aplicaciones remotas: te permiten encender/apagar el coche, abrir/cerrar puertas, aire acondicionado remoto, ubicación del automóvil...

#### 4.2.4. Navegación

Gracias a la navegación, se podrá tener controlado el coche en todo instante, de manera que nos ayudará a trazar rutas y a saber dónde está el coche en cada instante.

- Navegación: permitirá navegar a través de una aplicación, teléfono inteligente o a través de un sistema integrado en el GPS y guiará al usuario hasta el lugar de destino.
- Tráfico y clima a tiempo real: te indica el tráfico, situaciones en la carretera, temperatura a tiempo real.
- Ubicación del coche: permitirá al usuario saber dónde ha aparcado el coche y tenerlo así localizado.

### 4.3. Realización actual de las aplicaciones de un coche conectado

Como actualmente, los coches no están preparados para todas las funciones comentadas anteriormente, se ayudan del Smartphone para poder realizarlas. Hay tres procedimientos para realizar esta conexión automóvil-Smartphone:

#### 4.3.1. Smartphone Integrativa

También conocida como Full Link. Full Link es la solución que muchas marcas de automóviles ofrecen a los clientes para obtener la máxima conectividad entre sus Smartphones y sus vehículos. Actualmente es la más estudiada y, por tanto, la más utilizada hoy en día. En esta tecnología se tiene el teléfono móvil y el coche por separado y se crea una conexión entre ambas. Las tecnologías que forman el Full Link son tres:

- **MirrorLink™**: MirrorLink es un dispositivo que ofrece conexión entre teléfono inteligente y el sistema de infoentretenimiento de un automóvil. Tiene funciones como 'Read to me' la cual te lee los mensajes y las novedades en las redes sociales que hayas sincronizado.

Su funcionamiento empieza cuando se conecta el Smartphone al puerto USB del coche, puedes usar los botones del volante, del coche o por voz para seleccionar las funciones

Algunos de los coches que incluyen MirrorLink son: Volkswagen Passat, SEAT León 5D, KIA Sportage entre muchos otros. Y permiten conexión con Smartphone como Samsung, HTC, Sony...

A continuación se presenta algunas de las ventajas e inconvenientes que el sistema MirrorLink presenta:

### **Ventajas de MirrorLink**

- Sistema más polivalente de los tres.
- Con más experiencia, creado en 2011.
- Menos distracciones: mediante el sistema de voz o botones del volante no hará falta que se quiten los ojos de la carretera.
- Conexión inalámbrica: en un futuro no muy lejano, se podrá usar MirrorLink sin necesidad de conexión física mediante cable, sino que bastara con WiFi o Bluetooth..

### **Inconvenientes de MirrorLink**

- Incompatibilidad con Smartphones de la marca Apple.
- Apagado de pantalla: cuando el coche se pone en marcha, automáticamente la pantalla se apaga para evitar la distracción del conductor.
- **Apple CarPlay™**: CarPlay es un nuevo estándar que Apple Inc. ha introducido para que sus dispositivos iOS sean capaces de trabajar con sistemas incorporados por los fabricantes de coches (Fig. 4.2). Mediante Siri como método de interacción, hará posible el uso de aplicaciones como Apple Music, Apple Maps o iMessage. Únicamente con la voz se podrá acceder a las aplicaciones que se desee en cada momento. Al configurar el iPhone con el coche una sola vez, ya se podrá disfrutar de las ventajas de esta tecnología.

Algunos de los coches con los que se puede usar Apple CarPlay son: BMW, Alfa Romeo, Ferrari, Audi, Opel, Jaguar...

A continuación se presenta algunas de las ventajas e inconvenientes que el sistema Apple CarPlay presenta:

### **Ventajas de Apple CarPlay**

- Posibilidad de elegir: permitirá el uso de distintas aplicaciones según el gusto del

usuario, aunque no dispondrá de algunas aplicaciones concretas.

- Menos distracciones: Apple CarPlay también admite el software de reconocimiento de voz Siri para el funcionamiento manos libres. Este comando de voz proporciona la capacidad de hacer preguntas para las direcciones de conducción o para tocar la melodía de un artista específico.
- Tamaño de los iconos: un punto positivo del sistema Apple CarPlay es el gran tamaño de los iconos, de esta manera no hay problemas en saber que aplicaciones se pueden usar y se pueden presionar sin dificultad.
- Conexión inalámbrica: en un futuro no muy lejano, se podrá usar Apple CarPlay sin necesidad de conexión física mediante cable, sino que bastara con WiFi o Bluetooth.

### **Inconvenientes de Apple CarPlay**

- Uso limitado de aplicaciones: con Apple CarPlay no se pueden usar algunas aplicaciones de gran utilidad como Google Maps ni Waze.
- Solo compatible con teléfonos móvil de iPhone.
- **Android Auto™**: Es una interfaz que ha creado Google para teléfonos móviles Android únicamente (Fig. 4.3). Permite disfrutar del entretenimiento mientras se conduce de manera segura, pudiendo usar aplicaciones como Google Maps, mensajes, música, etc., usando la voz. Las aplicaciones se verán en la pantalla del coche y, en caso que no haya pantalla, se puede ver en el teléfono móvil.

Solamente con configurar el Android al coche y configurándolo una sola vez, ya es posible el uso de Android Auto.

Algunos de los teléfonos móviles que se pueden usar son: LG V30, Google Pixel 2, Android One Moto X<sup>4</sup>.

A continuación se presenta algunas de las ventajas e inconvenientes que el sistema MirrorLink presenta:

### **Ventajas de Android Auto**

- Coste de adquisición: todos los fabricantes tendrán el mismo estándar con base Android, hecho que reducirá el coste a la hora de fabricación ya que no obligará a cada fabricante de coche a desarrollar su propio sistema.



- Estandarización: la estandarización es una de las ventajas más beneficiosas ya que facilita los procesos de adaptación y el manejo de los usuarios en distintos coches.
- Posibilidad de elegir: permitirá el uso de distintas aplicaciones según el gusto del usuario, por ejemplo, no hará falta utilizar Google Maps (sistema de navegación propio), sino que se podrá usar otros.
- Menos distracciones: mediante el sistema de voz o botones del volante no hará falta que se quiten los ojos de la carretera.
- Modernización de coches antiguos: gracias a los equipos multimedia de Android Auto, si el coche no tiene pantalla se podrá implementar las nuevas tecnologías de infoentretenimiento igualmente.

### Inconvenientes de Android Auto

- Uso limitado de aplicaciones: con Apple CarPlay no se pueden usar algunas aplicaciones de gran utilidad como Waze.
- Presentación confusa: al igual que Apple CarPlay tiene una presentación parecida a la de un iPhone, lo que facilita su uso; Android Auto tiene una presentación poco intuitiva y difícil de manejar a la hora de la conducción.



Figura 4.2: Formato de pantalla con Apple CarPlay [4.2]

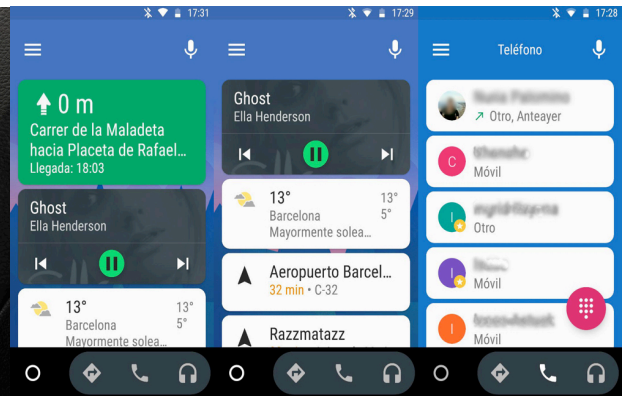


Fig 4.3: Formato de pantalla con Android Auto [4.3]

### 4.3.2. Data plug/Dongle

El Data plug (Fig. 4.4) es un dispositivo que nos permite una conexión entre teléfono, vehículo e internet sin la necesidad de una conexión física entre teléfono y automóvil. Además, este sistema es válido tanto con Android y con Apple.

A continuación se describe su puesta en servicio y su funcionamiento.

Después de obtener el Data plug, hay que descargarse la App de la marca de coches deseada, por ejemplo: Volkswagen connect, y registrarse en la aplicación. El Data plug se debe conectar en el puerto OBD ubicado cerca de los pedales. Por último se activa y ya se puede disfrutar de sus ventajas.



Fig 4.4: Automóvil, aplicación de móvil y Data plug [4.4]

A continuación se presenta algunas de las ventajas e inconvenientes que el sistema Dataplug presenta:

#### **Ventajas**

- Guiado de avería: en caso de que el cuadro del coche marque alguna avería, el Data Plug proporcionará guía de cómo actuar en cada momento.
- Conexión: se estará conectado con el centro oficial de reparación de coche.
- Más privacidad: gracias al almacenamiento de datos únicamente en el Smartphone, se dispondrá de más privacidad.

#### **Inconvenientes:**

- Sin entretenimiento: sistema antiguo el cual solo permite conocer los datos del automóvil y no dispone de entretenimiento como música, mensajes, etc.

- No tiene sistema de control por voz.

#### **4.3.3. Sistema embebido - Embedded system**

Un sistema embebido o embedded system, se podría entender como el cerebro de un sistema mecánico o eléctrico. Los sistemas embebidos tienen una combinación de equipos para crear un centro lógico siempre activo que controla el dispositivo al que pertenece. Hoy en día, tener un sistema embebido es tan común que es difícil detectarlo a simple vista. Algunas de las funciones que desarrollan estos sistemas son: elevar puentes mecánicos, encender máquinas... Otros aparatos como microprocesadores, RAM, etc, son controlados por sistemas de software embebidos.

El sistema Android embebido, es lo más novedoso hoy en día, y por tanto lo menos conocido. La particularidad que este tiene, es que no necesita de elementos conectores entre el Smartphone y coche ya que Android ha conseguido integrar su propio sistema operativo en coche.

A continuación se presenta algunas de las ventajas e inconvenientes que el sistema embebido presenta:

##### **Ventajas**

- Una gran comunidad de desarrolladores de Android. Google está impulsando Android en todos lados (teléfonos móviles, smartwatches, coches, televisiones...) y anima a fabricantes a crear aplicaciones compatibles con cada dispositivo.
- Basado en el sistema Linux Kernel lo cual es muy útil cuando se necesita integrar módulos de hardware personalizados.
- Herramientas de desarrollo muy buenas como editores de códigos, editores de diseño gráfico...
- Reduce el tiempo de comercialización. Es más fácil comenzar con Android que con una distribución de Linux porque es fácil personalizar la interfaz de usuario y encontrar desarrolladores para ella. Ofrece excelentes herramientas y ayuda de la comunidad para moverse rápido y entregar productos al mercado temprano.
- Fácil adaptación a las necesidades de cada uno.

##### **Inconvenientes**

- Es un recurso muy pesado. Requiere aproximadamente 512 MB de RAM y una CPU con aproximadamente 1GHz, esto hace que no se pueda usar en dispositivos

pequeños ni de bajo consumo.

- Dificil actualización del sistema en la última versión ya que, por lo general, los proveedores de placas no proporcionan las últimas actualizaciones de Android.
- Para tener un producto de Google necesitas el permiso de Google, lo cual no te permite las actualizaciones automáticas.

#### 4.4. Conexión vehículo-exterior (V2X)

En un futuro, a parte de las conexiones que facilitan el entretenimiento, ya sea mediante la facilidad a la hora de escribir mensajes, enviar emails y escuchar música entre muchos otros; existirán unas nuevas conexiones con el exterior que serán un gran avance para llegar al coche autónomo. Estas conexiones ya se están empezando a aplicar a pequeña escala, pero cada vez son más conocidas y más reales.

Estudios revelan que la mayoría de accidentes son debidos a que el conductor de un vehículo no entiende las próximas acciones que se dispone a hacer otro vehículo. Por ello, su función estará destinada a facilitar la conducción gracias a la seguridad que aportan. Estos sistemas V2X se pueden dividir en tres grandes grupos: conexión entre vehículos V2V/C2C, entre vehículo e infraestructura V2I o entre vehículo y persona V2P reflejados en la Fig. 4.5.

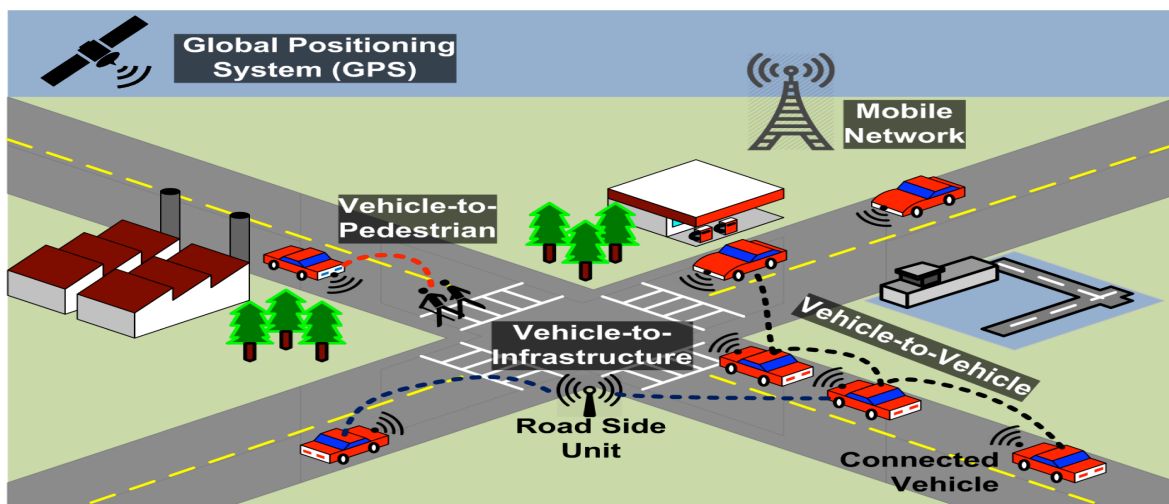


Fig. 4.5: Ejemplo de distintas conexiones V2X [4.5]

#### 4.4.1. Objetivos

Como se ha adelantado anteriormente, los objetivos principales de las conexiones V2X están relacionados con la seguridad a la hora de la conducción y se pueden resumir en tres puntos importantes.

- Asistencia avanzada al conductor para aumentar la seguridad vial y reducir el número de accidentes y en caso de accidentes no evitables, reducir el impacto.
- Reducir el tráfico y la emisión de contaminación gracias al control de la congestión. Al conocer la ruta que quiere realizar el usuario, analiza cuántos vehículos circularán por la misma carretera y, en caso necesario, cambiará la ruta al lugar de destino. Esto permite una reducción del tiempo de transporte y, por tanto una reducción importante de combustible.
- Reduce el tiempo de transporte de los usuarios y, por tanto el consumo de combustible y reducción de las emisiones de contaminante.
- Servicios de información y entretenimiento (comentado apartado 3.2.1) que ofrecen aplicaciones de comodidad y comerciales para conductores y pasajeros.

#### 4.4.2. Defectos del sistema

Como todo sistema electrónico, tiene defectos a mejorar, que le dificultan la entrada en el mercado inmediata que desearían. Se pueden clasificar en tres importantes:

- El principal peligro y defecto de todo sistema electrónico, es el peligro ante la piratería ya que, al depender de la tecnología de la información, son altamente vulnerables a los ataques de piratas informáticos o hackers. En tal situación, el hacker puede alterar lo que se muestra en el vehículo, lo cual pondría en peligro a los pasajeros.
- El rango de frecuencias que utiliza este sistema, al no ser muy elevado, no puede admitir varios vehículos e infraestructuras as simultáneamente.
- El coste estimado de instalación del sistema de comunicación V2V en el vehículo es alto, este hecho dificulta su implementación. El valor de la instalación podría estar en el rango de 2.000 \$ a 20.000 \$ dependiendo del modelo del vehículo y la complejidad del sistema.

#### 4.4.3. Enfoque técnico

La tecnología V2V o V2I se deriva de la norma IEEE 802.11. Usa comunicaciones de corto alcance (DSRC) llamada WiFi-like, aunque muchas veces es llamada WiFi ya que es posible usar frecuencias de 5.9GHz (tanto en Europa como en Estados Unidos). Este sistema tiene un rango de hasta 300 metros de alcance o aproximadamente 10 segundos a velocidades de autopista.

La tecnología V2X proporcionará conocimiento de la situación en 360º del coche, es decir en todos los sentidos alrededor del automóvil como se refleja en la Fig. 4.6. Tan pronto como dos o más vehículos o estaciones ITS se encuentren en el rango de comunicación de radio, se conectan automáticamente y establecen una red donde todas las estaciones ITS conocen la posición, velocidad y dirección de las otras estaciones y podrán proporcionar advertencias e información.

Como el alcance de un único enlace de LAN inalámbrica está limitado a unos pocos cientos de metros, cada vehículo también es enrutador y permite enviar mensajes a través de múltiples saltos a vehículos más lejanos y estaciones ITS.

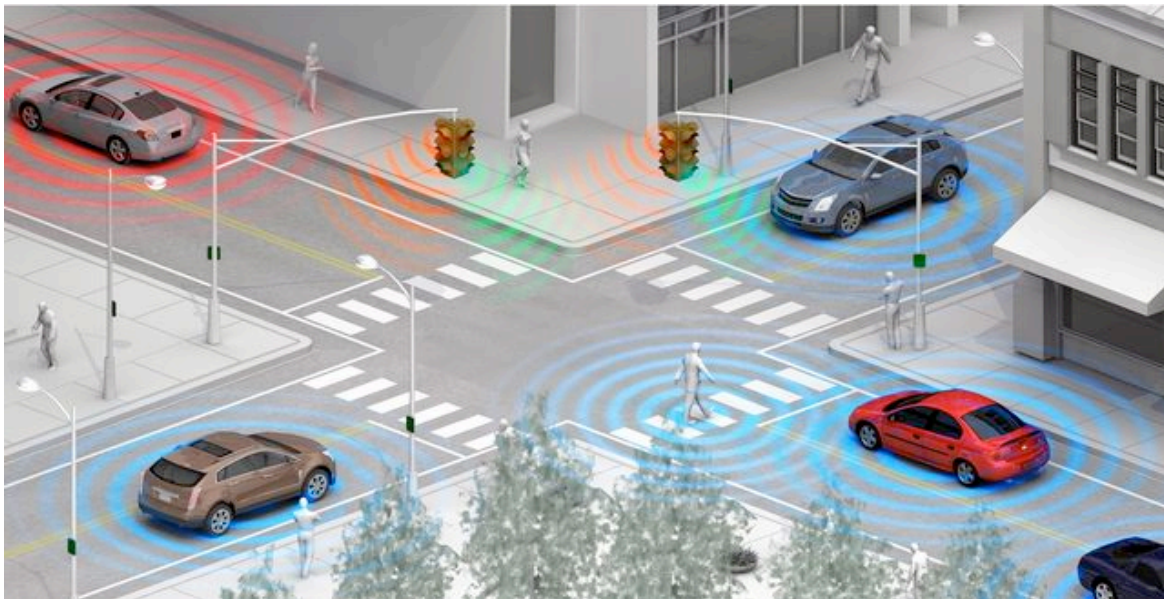


Fig. 4.6: Simulación de conexiones entre diferentes elementos [4.6]

Los componentes del sistema que forman las conexiones V2X, no serán elementos muy complejos, los principales son los siguientes:

- **Microprocesador** con un software específico. Será el encargado de recibir la información y codificarla para el conductor.
- **Módulo inalámbrico** LAN 802.11p de onda corta de 5.9 GHz. Hará de antena del sistema.



- **Sensores.** Estarán ubicados en determinados lugares y detectan diferentes acciones.
- **Un GPS.** Será el encargado de dirigir todos los elementos: intercambiará información con el microprocesador y el dispositivo Wi-Fi. Asimismo, permitirá que el conductor reciba señales visuales y auditivas a través de los altavoces y pantalla que éste integra o a los que va normalmente conectado en el vehículo cuando viene instalado de serie.

#### 4.4.4. Aplicaciones

Como se ha comentado anteriormente, la conexión con el exterior se puede dividir en tres grandes grupos: V2V, V2I y V2P los cuales engloban las conexiones entre vehículos y vehículo-infraestructura.

##### V2V

Éste incluye conexiones entre diferentes vehículos, ya sean motos, coches, etc. Algunos de los ejemplos en los que se divide la conexión V2V son:

- Vehículo-motocicleta: los análisis detallados de los accidentes de motocicletas en Europa destacan que el error humano, y más específicamente el no ver venir la motocicleta o malinterpretar la distancia y la velocidad, es la causa principal de los accidentes que involucran a las motocicletas.
- Aviso de vehículo detenido: al detectar un vehículo detenido en la carretera, el vehículo que se acerca recibe una señal acústica y luminosa.
- Aviso de frenada de emergencia: en caso que el vehículo que va por delante tenga que frenar de golpe, el sistema del vehículo posterior emitirá una señal luminosa y sonora. En caso de que el conductor no reaccione, el sistema V2V evaluará el peligro de la situación y, en caso extremo, activará los frenos del coche.
- Alerta de colisión en cruces: en cruces sin semáforos y con escasa visibilidad, el sistema permite que un vehículo alerte a otros de su presencia.
- Luces de emergencia: un vehículo parado con las luces de emergencia, envía una señal a los que se aproximan.
- Vehículo de emergencia: este caso incluye ambulancias, policías, bomberos entre otros. Los vehículos que circulen por la carretera recibirán un señal avisando que viene un coche de emergencia e indicando en qué sentido se acerca.

## V2I

En este caso las conexiones se dan entre vehículos e infraestructuras, pudiendo así evitar colisiones con zonas de obras o en semáforos, como se refleja en la Fig. 4.7.

- Vehículos-Advertencia de obras: cuando se realizan obras de mantenimiento en las carreteras, el coche recibirá la alerta y también podrá reenviarla a los coches que circulan por detrás. Esto evitará muchos accidentes en los cuales personas que trabajan en las carreteras se verían implicados.
- Aviso de velocidad óptima de luz verde: este es uno de los sistemas más básicos, esencialmente, evitando el frenado innecesario para el rojo. Cuando el semáforo esté en rojo, el conductor puede recibir información sobre cuánto tiempo pasará antes de que la luz se vuelva verde.
- Advertencia de infracción de luz roja: cuando un automóvil pasa con el semáforo en rojo, se advierte al otro semáforo de la infracción. A pesar de un accidente no puede ser evitable en este caso, podría permitir a un conductor para minimizar la gravedad de un accidente, proporcionando algún tipo de aviso.

## V2P

Es un sistema de aviso de la presencia en las inmediaciones de personas y de personas en cualquier vehículo no motorizado.

- Vehículo - peatón: incluye los casos en que está un peatón por la calle y hay peligro de colisión con un vehículo.
- Vehículo - ciclista: alerta en los casos en que hay peligro de colisión entre vehículo y bicicleta, skateboard o cualquier persona en un vehículo no motorizado.



Fig. 4.7: Conexión vehículo-semáforo [4.7]



#### 4.4.5. Sistemas V2X que tienen coches de hoy en día

Actualmente no es difícil ver vehículos con sistema V2X aunque no tan desarrollados como los comentados anteriormente. Algunas de las marcas pioneras en estos sistemas son: Volvo, BMW, Audi, Ford... y algunos de los avances que presentan son:

- **Tiempo en un semáforo:** ya existen modelos los cuales te avisan del tiempo que le queda al semáforo para cambiar de color. De esta manera, el conductor puede relajarse, soltar las manos del volante y esperar tranquilamente a que el semáforo se ponga en verde.
- **Visión lateral:** permite tener visibilidad de los puntos muertos a través de unas cámaras colocadas en los pasos de las ruedas delanteras.
- **Control de velocidad:** tiene indicaciones de velocidad máxima y de prohibiciones de adelantamiento.
- **Visión de noche:** permite reconocer peatones y animales de gran tamaño gracias a imágenes térmicas ya sea a pequeña o gran distancia. En caso de presentarse una situación crítica salta una alerta y los frenos se preparan para responder correctamente.
- **Aviso de cambio involuntario de carril:** en cuanto el coche detecta una línea de la carretera y ve que no hay el intermitente puesto, vibra el volante para avisar al conductor.
- **Detección del coche de delante:** si el coche detecta que se acerca mucho al coche delantero, salta una señal de alerta. En caso de que no se reduzca la velocidad por el conductor, el coche la reduce automáticamente.
- **Control de crucero adaptativo (CCA):** permite fijar una velocidad de conducción y mantenerla sin necesidad de pisar el pedal del acelerador ni del freno. En caso que se acerque demasiado al coche de delante, el sistema CCA frenará para mantener la distancia de seguridad como se refleja en la Fig. 4.8.



Fig. 4.8: Control crucero adaptativo [4.8]

#### 4.4.6. CAR 2 CAR Communication Consortium (C2C-CC\*)



Fig. 4.9: Logo de C2C-CC [4.9]

La conectividad en los automóviles hoy en día, es un tema tan importante que incluso se han creado organizaciones para investigarlas. La organización mundial más importante es C2C-CC. CAR 2 CAR Communication Consortium es una organización sin fines de lucro, impulsada por la industria, iniciada por fabricantes de vehículos europeos y con el soporte del equipo de los proveedores, organizaciones de investigación entre otros.

C2C-CC tiene como objetivo aumentar la seguridad y la eficiencia en la conducción mediante sistemas de transporte inteligentes cooperativos (C-ITS) con comunicación de vehículo a vehículo (V2V) soportados por comunicación vehículo-a-infraestructura (V2I).

## 5. Vehículos autónomos

En este capítulo se presentan los vehículos autónomos, se hace una clasificación según el nivel de autonomía que presentan y se explican diferentes sistemas que aportan autonomía al vehículo. Por último se verán algunos ejemplos de vehículos que se están estudiando para poderlos sacar al mercado.

### 5.1. ¿Qué es un vehículo autónomo?

Un vehículo autónomo (VA) es un automóvil que no necesita de una persona para conducirse, es decir, es aquél capaz de imitar las capacidades humanas de manejo y control, percibiendo el medio que le rodea y desplazándose en consecuencia. De esta forma, es posible prescindir de la figura del conductor tal y como lo conocemos hoy en día. La función de éste se reduce a indicarle al vehículo la dirección a la que quiere llegar. De otra manera, podemos decir que un VA es un ordenador con cuatro ruedas y un habitáculo donde van los viajeros y el supuesto conductor.

Estudios revelan que la probabilidad de tener vehículos totalmente autónomos antes de 2020 es poco probable. Actualmente, existen los sistemas avanzados de asistencia (ADAS) al conductor. Estos sistemas ADAS son mecanismos que permiten mejorar la seguridad en el momento de la conducción para así minimizar el riesgo de sufrir un accidente vial o colisionar con otros vehículos.

Cuando se habla de VAs se debe especificar el nivel de autonomía, pues no es lo mismo un coche que es capaz de llevarte a cualquier lado solo con poner la dirección de destino o un coche que detecta la distancia con el vehículo que le precede. Por eso la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE, Society of Automotive Engineers en inglés) define 5 ó 6, si se cuenta el 0, niveles de autonomía según lo que sea capaz de realizar el vehículo. A continuación se presentan los niveles de autonomía características y en la Fig. 5.1 un breve resumen:

- **Nivel 0 (sin automatización):** El conductor humano tiene el control total del automóvil, incluso si hay mejoras y avances tecnológicos en el vehículo. La persona detrás del volante es quien reacciona a cada situación.
- **Nivel 1 (asistencia al conductor):** El control todavía recae 100% en el conductor pero los coches disponen de sistemas con asistencia al conductor con tecnología para mantener la velocidad regulada, el coche dentro del carril o bien para mantener la distancia con el vehículo que circula por delante frenando en caso de emergencia. Algunos ejemplos de los sistemas son Park Assist Pilot, con el cual el conductor solo debe accionar los pedales sin

tocar el volante, o el Control de Crucero Adaptativo con el cual el conductor solo debe mover el volante sin presionar los pedales.

- **Nivel 2 (automatización parcial):** El coche puede calificarse como semiautónomo. Los coches son capaces de pasar a un modo de autonomía total bajo ciertas circunstancias muy especiales y por periodos de tiempo muy cortos. En este tiempo, el conductor tiene que estar atento por si en algún caso fallara el modo semiautomático poder retomar el control absoluto. El sistema no tiene la capacidad de conducir en cualquier circunstancia, sino que varía y relaciona el accionamiento del acelerador con la dirección y variación del carril combinándose con los elementos de detección de otros usuarios. Es el grado en el que encontramos los actuales “autónomos” del mercado. Uno de los sistemas de nivel de autonomía 2 es el llamado Drive Pilot, el cual es capaz de evitar la salida de la calzada sin necesidad de que existan las líneas de carril.
- **Nivel 3 (automatización condicional):** Los coches serían capaces de realizar parte de un trayecto de forma 100% autónoma. Esto implica tomar decisiones, cambiar de carril, adaptar la velocidad a las circunstancias del tráfico... Esto no quita que el conductor tenga que estar atento por si el automóvil lo solicita. Los vehículos de nivel 3 pueden circular solos en ámbitos controlados, como por ejemplo una autopista. El modo Autopilot de Tesla es, sin duda, todo un pionero y referente de este grado. No obstante, sigue sin ser un vehículo totalmente autónomo.
- **Nivel 4 (alta automatización):** Este nivel otorga la responsabilidad que tenía el conductor en el nivel 3 al vehículo, pasando el conductor a ser un simple pasajero. El vehículo dispone aun de pedales y volante por si el conductor debiera reaccionar en algún caso. De momento, este grado de autonomía sólo existe en pruebas y análisis de algunas multinacionales que lo realizan en circuitos cerrados. No hay ningún modelo en el mercado con este nivel. Algunos prototipos han implementado este sistema para ser testados o para presentar conceptos como “vehículos del futuro”. Un ejemplo de ello Ford que ha presentado ya el nuevo Ford Mondeo autónomo.
- **Nivel 5 (automatización completa):** El vehículo es capaz de resolver cualquier problema de la conducción y es capaz de transportarnos con total seguridad y eficiencia a cualquier lugar. El vehículo no dispone de pedales ni volante ya que la función del usuario es solamente indicar el lugar de destino sin realizar ninguna otra acción por el camino. Un ejemplo de ello es Google y su proyecto de VA, denominado Waymo, que está en desarrollo desde 2012 y con el que recientemente coopera el Grupo FCA.

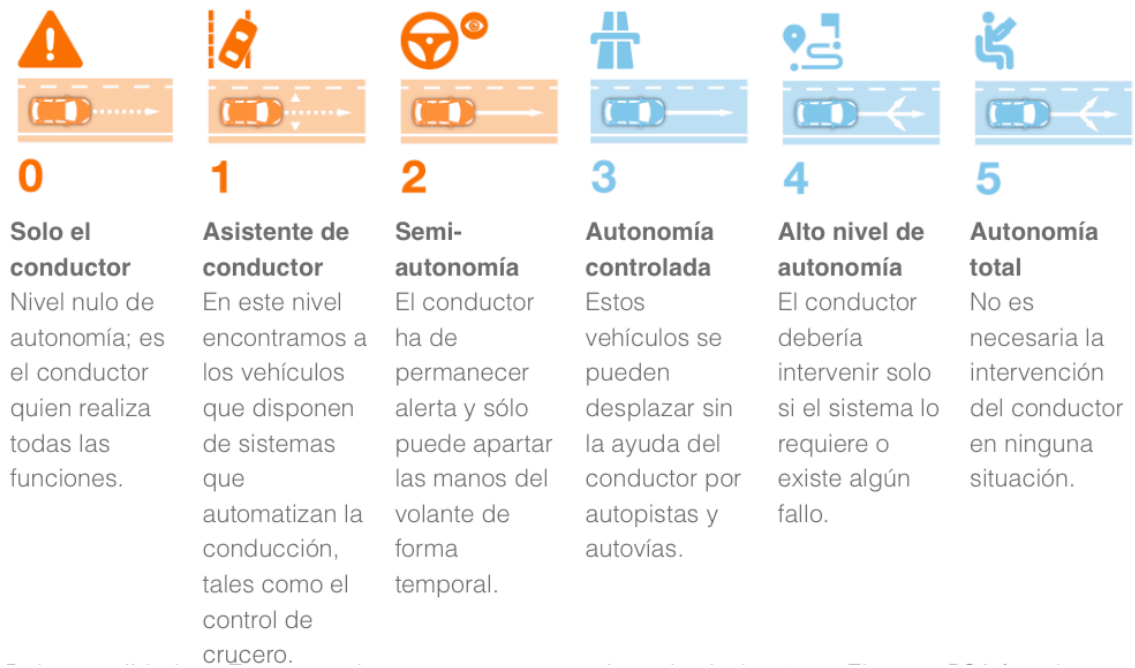


Fig. 5.1: Breve explicación de los niveles de autonomía [5.1]

## 5.2. Funciones de los coches autónomos

Como se ha introducido anteriormente, dependiendo del grado de autonomía, el vehículo tiene capacidad de realizar unas acciones u otras. A continuación se presentan diferentes sistemas que pueden presentar los diferentes vehículos autónomos.

### 5.2.1. Sistemas de vehículos autónomos

Según el grado de autonomía del vehículo, este es capaz de realizar unas acciones u otras, las cuales facilitan al conductor una comodidad a la hora de la conducción.

- **Control de crucero adaptativo:** El control de crucero es un sistema que llevan la mayoría de automóviles modernos, su función es mantener la velocidad constante sin necesidad de apretar el freno o el acelerador. Con esta ayuda, el conductor solo debe concentrarse en la carretera y el volante, facilitando así la conducción. Este sistema ayuda a reducir la fatiga a la hora de conducir y a reducir las multas por exceso de velocidad ya que también sirve de limitador de velocidad.
- **ESP o control electrónico de estabilidad:** ESP es un sistema de seguridad que monitoriza decenas de veces por segundo las velocidades relativas de todas las ruedas, para así poder detectar cualquier anomalía en la trayectoria del coche. El

sistema compara la trayectoria que debería seguir el vehículo (a partir de la posición del volante) con la trayectoria real que sigue el vehículo. Éstas pueden no ser la misma y es en ese caso cuando hay problemas y el vehículo debe de reaccionar.

- **Asistente de aparcamiento automático:** Como bien dice su nombre, el asistente de aparcamiento automático, son sistemas que permiten aparcar el coche sin necesidad del conductor. Este mecanismo utiliza los sensores de aparcamiento que usan muchos coches para advertir de las proximidades de otros vehículos, personas u objetos y añaden otros sensores a los lados que buscan espacios suficientemente grandes donde quepa el coche. Este asistente es muy útil ya que en estos últimos años los coches han aumentado su anchura en un 16% mientras que las plazas no se han modificado. Se puede observar el funcionamiento en la Fig. 5.2.

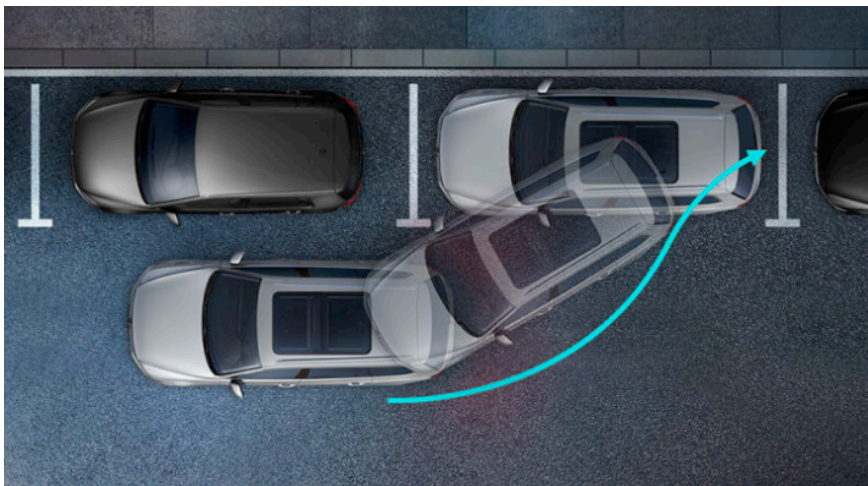


Fig. 5.2: Funcionamiento del asistente de aparcamiento automático [5.2]

- **Pilot Assist:** Pilot Assist ayuda al conductor a conducir el vehículo entre las líneas de señalización lateral del carril y a mantener un intervalo de tiempo programado con respecto al vehículo que circula delante cuando la velocidad es inferior a 50 Km/h. Este sistema necesita que el conductor esté atento igualmente ya que es un sistema auxiliar, el cual no se puede usar en todas las condiciones meteorológicas ni viales.
- **Frenada automática de emergencia:** El sistema de frenada de emergencia es un sistema que ya tienen implementado la mayoría de los coches modernos el cual frena al detectar un obstáculo si el conductor no frena antes. Hay dos tipos de sistemas de frenada de emergencias: el de ciudad o el de carretera. La principal diferencia entre ambos es que el de ciudad se usa cuando la velocidad es inferior a unos 50Km/h usando una cámara que no permite ver a largas distancias. Sin embargo, el sistema de carretera frena el máximo que le permiten sus frenos cuando el vehículo lleva una velocidad

superior a 50Km/h. Al ser la velocidad mayor, la distancia de visión tiene que ser mayor y, por tanto, se emplea el radar o LIDAR (ver capítulo 5.3) para medir las distancias.

El sistema de frenada de emergencia tiene un procesador encargado de reconocer que la distancia que hay con el vehículo por delante es peligrosa y que hay riesgo de alcance o choque. Primero advierte al conductor mediante una señal acústica y visual y si éste no actúa, entonces frena el coche de forma autónoma intentando detenerlo.

- **Sistemas de visión nocturna:** Los sistemas de visión nocturna son, como su propio nombre indica, aquellos dispositivos que en ausencia de luz nos permite ver más allá de lo que ilumina el propio alumbrado del coche (Fig. 5.3). Así, es capaz de detectar si existe algún persona, animal u obstáculo en la vía. Generalmente los sistemas de visión nocturnas funcionan gracias a una cámara infrarroja o termográfica situada en la parte frontal del vehículo. Esta cámara envía una señal que es proyectada en la pantalla del navegador.



Fig. 5.3: Sistema de visión nocturna [5.3]

- **Alerta de cambio de carril:** El sistema de alerta de cambio de carril intenta interpretar que el vehículo ha abandonado el carril sin voluntad del conductor. Esta detección se produce al detectar las líneas que limitan el carril sin haber accionado los intermitentes que señalizan la maniobra. Hay varios sistemas de alerta de cambio de carril dependiendo del presupuesto y la calidad.

El primer sistema es el más sencillo y, por tanto, el menos efectivo. Está basado en sensores de infrarrojos que son capaces de detectar las líneas gracias al haz de luz infrarrojo reflejado en la pintura reflectante que se utiliza en dichas líneas.

Otro sistema común es el uso de videocámaras y técnicas de procesamiento de imágenes que detectan con efectividad la situación de los carriles y actúan en consecuencia antes de cruzar las líneas.



Por último, el sistema más sofisticado y, por tanto, el más efectivo y costoso, es el sistema de scanner láser. Este sistema se puede anticipar al cambio involuntario de carril con un alcance aproximadamente de 200 metros.



Fig. 5.4: Comparación de trayectorias con el sistema de alerta de cambio de carril [5.4]

- **Control de ángulo muerto:** La función de los sistemas de detección de objetos en ángulo muerto tienen como objetivo alertar al conductor si hay otro vehículo en el ángulo muerto de los retrovisores o cerca de él.

En funcionamiento es mediante sensores radar de corto o medio alcance o sistemas de procesamiento de imágenes que reconocen la información y alertan mediante un aviso acústico o visual. La zona de detección cubre aproximadamente unos 10 metros por detrás del retrovisor y unos 4 metros de anchura, es decir todo el ángulo muerto.

### 5.2.2. Funciones futuras de los vehículos autónomos

El objetivo de este apartado es estudiar diferentes funciones que hoy en día realizan vehículos con conductor y, en un futuro no muy lejano, lo realizarán vehículos autónomos.

- **Repartidor de pizza:** Una de las mayores empresas de fabricación y reparto a domicilio de pizza, Domino's Pizza, está desarrollando varios avances para conseguir llevar pizza a domicilio mediante VAs.

El primero de todos, y más espectacular, es la creación del llamado DRU (Fig. 5.5) el cual es un vehículo totalmente autónomo que se pondrá en marcha en Nueva Zelanda. Su funcionamiento es mediante un GPS que le permite desplazarse y alcanzar una velocidad máxima de 18Km/h.





Fig. 5.5: DRU, el repartidor de pizzas [5.5]

Por otro lado, Domino's Pizza también ha firmado un acuerdo con la compañía de coches Ford los cuales ya están poniendo a prueba por las calles de la localidad de Ann Arbor (Michigan) el reparto a domicilio en vehículo autónomo. El reparto se lleva a cabo mediante el nuevo Ford Mondeo autónomo pero con un ingeniero de seguridad dentro acompañado de investigadores de la marca. Se podrá realizar un seguimiento vía GPS de la localización del coche según Fig. 5.6.



Fig. 5.6: Ford Mondeo autónomo llevando una pizza a domicilio [5.6]

- **Robotaxi:** en cuanto el vehículo consiga ser 100% autónomo se empezarán a implantar los taxis robot, es decir, los taxis sin conductor que nos permitan transportarnos de un lugar a otro sin necesidad de poseer un vehículo propio, y con la seguridad que aporta un vehículo autónomo. A esto se dedica nuTonomy, una start-up auspiciada por el MIT (Instituto de Tecnología de Massachusetts). NuTonomy ya tiene implementados coches autónomos como el de la Fig. 5.7 en ciudades como Singapur, San Francisco, Boston... pero de momento con conductor.



Fig. 5.7: Coche autónomo de nuTonomy [5.7]

- **Coches patrulla:** La marca de vehículos Ford, propone coches patrulla sin agentes de policía, los cuales son capaces de monitorizar sistemas para el control de velocidad gracias a cámaras y radares, expedir multas e incluso realizar persecuciones tras un infractor.

La principal ventaja del VA es que está conectado a la red, lo que permite recibir información sobre infracciones que se hayan producido y poder ponerse en contacto con otras patrullas de manera automática (Fig. 5.8). Esto es gracias a los sistemas V2V comentados anteriormente. Otra propuesta también creada, es tener dos agentes dentro del VA de manera que en algún caso puedan bajar los agentes y que el vehículo actúe ejerciendo apoyo y conduciéndose solo.



Fig. 5.8: Vehículo de persecución automatizado [5.8]

### 5.3. Componentes de los coches autónomos

Para la completa autonomía de un vehículo, éste consta de unos componentes que los distingue de los coches no autónomos. Algunos de componentes más importantes son:

- **Radars ultrasónicos:** Su función es, mediante la emisión de ondas de ultrasonido detecta los objetos que hay en su entorno. El nuevo coche de Google implementa cuatro radares, uno en la parte delantera, uno en la trasera y dos en los laterales, pudiendo así detectar los objetos alrededor del coche.
- **GPS/IMU:** La principal función del GPS es tener localizada la posición del vehículo en todo instante mientras que el IMU permite controlar la orientación en un espacio tridimensional y la velocidad y dirección de desplazamiento. Al complementarse, la IMU aporta información de la velocidad y dirección del vehículo al GPS y así permite, en los casos en que el GPS no tenga cobertura, aportar toda la información a través de la IMU.
- **Escáner LIDAR:** Dispositivo colocado en el techo del coche como el de la Fig. 5.9. Este emite un haz de luz láser y recrea en tres dimensiones y en una visión de 360° lo que rodea al vehículo con un margen de error de solo 2 cm. Permite determinar la distancia a la que se encuentra cualquier objeto que le envuelve. La principal ventaja de este escáner es que puede trabajar perfectamente bajo cualquier circunstancia meteorológica.



Fig. 5.9: Escáner LIDAR [5.9]

- **Cámara infrarroja:** Dos luces infrarrojas aumentan la visión por la noche sin cegar a otros conductores. El rayo infrarrojo es detectado por una cámara que ofrece una imagen iluminada en el tablero.



- **Detectores en las ruedas:** Unos sensores montados en las ruedas miden la velocidad del coche, así como maniobras a través del tráfico.
- **Visión en estéreo:** Dos cámaras en el parabrisas dan una imagen 3D de la carretera que permite visualizar, entre otras cosas, peatones y animales. Por si solas, las cámaras no ofrecen grandes funcionalidades, pero si se combinan con algoritmos y técnicas de visión artificial, se consigue un coche autónomo en el sentido de la visión.
- **Guía de carril:** Las cámaras montadas detrás del espejo retrovisor reconocen las líneas de carril, detectando los límites de la carretera.

## 5.4. Modelos y características de algunos vehículos autónomos

Como ya se ha comentado anteriormente, hoy en día ya existen vehículos semi-autónomos o VAs que aun no están en el mercado. A continuación se presentan algunos VAs clasificados por el grado de autonomía.

### 5.4.1. Nivel 2:

- **Mercedes Clase E:** El Mercedes Clase E con asistentes a la conducción es una de las berlinas más avanzadas tecnológicamente que existe hoy en día en el mercado (Fig. 5.10). Proporciona control crucero adaptativo (explicado apartado 5.1.1) conducción en atascos, alerta de colisión, asistente de aparcamiento automático...

Hay que destacar, que lo que este automóvil proporciona, es llamado asistente a la conducción, no dispositivo de conducción autónoma o semi-autónoma. Esta diferencia es muy importante ya que en el modelo con asistente a la conducción, el conductor debe conducir en todo momento y el asistente está para asumir el control en el caso de que el humano se despiste o pierda la consciencia temporalmente. En un sistema de conducción autónoma o semi-autónoma, el coche es quien asume el control de la conducción y el conductor debe permanecer atento para supervisar que el vehículo reaccione correctamente.



Fig. 5.10: Mandos de activación del asistente a la conducción [5.10]

### 5.4.2. Nivel 3

- **Tesla (Autopilot):** Tesla es una de las marcas más conocidas de VAs hoy en día, y es que, todos sus coches tienen la capacidad de conducción autónoma total. Consta de ocho cámaras que facilitan la visión 360º con alcance de hasta 250 m y 12 sensores ultrasónicos para complementar las cámaras.

El sistema Autopilot de Tesla aporta nuevas características como llevar la velocidad acorde a las condiciones del tráfico, mantenerse dentro de un carril, cambiarse automáticamente de carriles sin que el conductor tenga que dar la instrucción, pasar de una autopista a otra, salir de la autopista cuando su destino esté cerca y estacionar de forma autónoma cuando se encuentre cerca de un lugar libre para hacerlo (Fig 5.11).

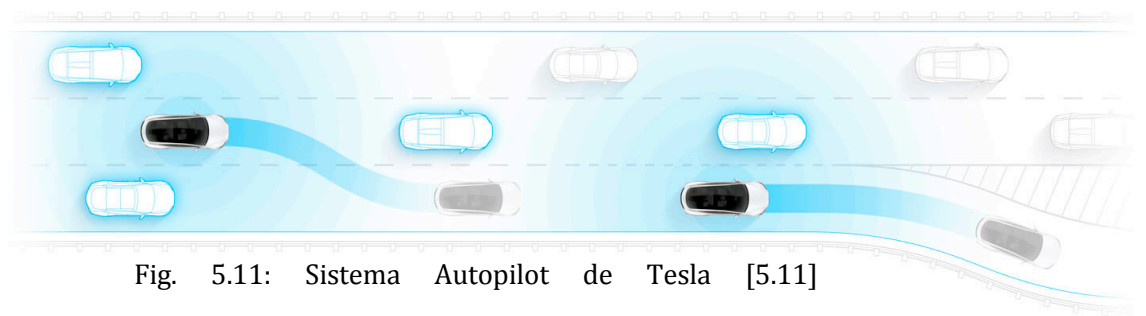


Fig. 5.11: Sistema Autopilot de Tesla [5.11]

- **Audi A8:** Audi ha sacado a la venta un nuevo modelo de Audi A8 el cual consta del nivel 3 de autonomía. Éste permite al conductor apartar la mirada de la carretera y realizar otras actividades mientras se circula por debajo del umbral de los 60 Km/h. También incorpora una red eléctrica de 48 V que permite usar el sistema híbrido. En la Fig. 5.12 se muestra el interior del vehículo.



Fig. 5.12: Pantallas táctiles del nuevo Audi A8 [5.12]

#### 5.4.3. Nivel 4

- **Ford Mondeo:** Este coche aun no está a la venta, pero está basado en el modelo del mercado Ford Mondeo el cual están consiguiendo hacerlo 100% autónomo y que el conductor sea prescindible. Este coche es el vehículo autónomo en el cual está centrado Ford para desarrollar nuevas tecnologías. Sus ingenieros están centrados en desarrollar dos métodos de percepción para el conductor virtual. El primer método se basa en mapas 3D de alta resolución y que permiten al coche saber dónde está cada cosa que se va a encontrar en su camino. Una vez en marcha, el coche compara el mapa con lo que le indican los sensores LIDAR y, de esta manera, asegurarse en su trayecto.

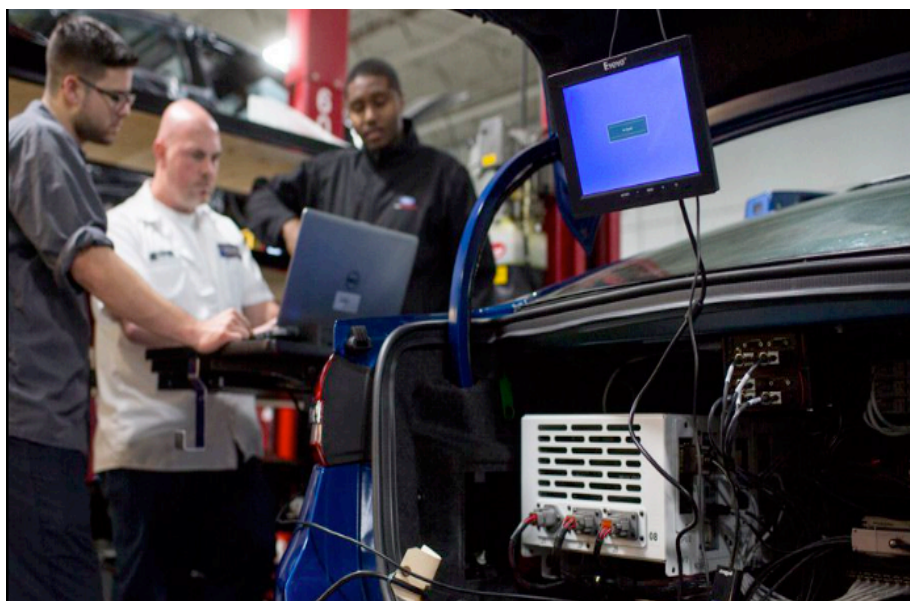


Fig. 5.13: Cerebro del coche autónomo en pruebas alojado en el maletero [5.13]



- **The Future Bus:** Así es cómo se llama el nuevo modelo de autobús de Mercedes que ya circula de manera autónoma por las calles de Ámsterdam a una velocidad máxima de 70 Km/h llevando pasajeros (Fig. 5.14). Este autobús es capaz de reconocer semáforos, obstáculos y peatones. Se acerca a las paradas de bus automáticamente y frena para recoger a los pasajeros. Este autobús urbano semi-automático mejora la seguridad ya que alivia de carga al conductor, mejora la eficiencia gracias a su suave funcionamiento y reduce el combustible usado y emisiones.



Fig. 5.14: The Future Bus llevando pasajeros [5.14]

#### 5.4.4. Nivel 5

- **Google – Waymo:** Waymo es una empresa que ha estado investigando cómo fabricar un VA con Google desde 2009 para poder así, hacer las carreteras más seguras y facilitar la movilidad en todo el mundo.

El primer desafío que tuvieron fue conducir de manera autónoma e ininterrumpida en 10 rutas de 100 millas cada una, usando un Toyota Prius.

Una vez hechas unas 300.000 millas en VAs, en el año 2012, se añadieron vehículos del modelo Lexus RX450h. Posteriormente, probaron los coches a zonas más complejas, calles llenas de gente, ciclistas y coches para verificar que el coche funcionaba en todas las condiciones.

En 2015 diseñaron 'Firefly', como el de la Fig. 5.15, desde cero. Tenía sensores personalizados, dirección, frenos, etc. pero no tenía ni volante ni pedales y se realizó el primer viaje por vías públicas en un coche completamente autónomo.

Por último, en 2017, Waymo introdujo furgonetas del modelo Chrysler Pacifica Híbrido. Este fue el primer vehículo de Waymo construido en una plataforma de producción en masa con un conjunto de hardware totalmente integrado.



Fig. 5.15: Vehículo autónomo 'Firefly' de Waymo [5.15]



Fig. 5.16: lugares de USA donde se ha probado el sistema autónomo [5.16]



En el mapa anterior de la Fig. 5.16, de EEUU se puede observar en color verde los diferentes lugares donde se ha puesto a prueba el nuevo Waymo. Cada lugar tiene diferentes características con lo que se puede poner a prueba diferentes funciones de la vida real.

- **Sedric:** Sedric es el prototipo de VA de Volkswagen el cual está orientado al uso familiar y que cambia por completo el concepto de transporte (Fig. 5.17 y 5.18). Sedric propone un espacio interior en el que no hay puesto de conducción, por lo que este espacio es prácticamente exclusivo para los pasajeros. El diseño de los asientos, acabados y colores tienen un cierto aire retro de los setenta, y en general ofrece un espacio acogedor y muy hogareño.

Por fuera destacan sus ruedas ocultas bajo unos enormes tapacubos, o las puertas suicidas. Un detalle interesante y que se empieza a extender en este tipo de prototipos es el panel LED frontal, que no sólo sirve para iluminar, sino también para mostrar mensajes y simples emoticonos generados por distintos LED de color blanco.



Fig. 5.17: Imagen del interior de Sedric [5.17]



Fig. 5.18: imagen del exterior de Sedric [5.18]

- **EQ fortwo:** Como el clásico Smart, el EQ fortwo es un vehículo biplaza totalmente autónomo de las Fig. 5.19 y 5.20. Este vehículo consta de la tecnología más avanzada del mercado como unas ventanillas con una película especial sobre la cual se puede proyectar información desde adentro. También dispone de una gran cantidad de superficies digitales, tanto dentro como fuera, que permiten un nuevo nivel de comunicación entre el ser humano y el automóvil con respecto a todos los aspectos de la conducción autónoma y el uso compartido del automóvil.

El nuevo concepto de puerta es una característica distintiva. Para ahorrar espacio, las dos puertas pivotan como alas sobre el eje trasero, facilitando el acceso y creando una arquitectura fascinante. El concepto de puerta también reduce el peligro de colisión con ciclistas y peatones.

El automóvil de exhibición es el primero de los vehículos del Grupo Daimler en dar el paso lógico de prescindir del volante y los pedales. Las funciones del vehículo se controlan a través de un dispositivo móvil personal o entrada de voz, una disposición que es intuitiva, conveniente e higiénica.





Fig. 5.19: Interior del biplaza EQ fortwo [5.19]



Fig. 5.20: Imagen del EQ fortwo del MWC 2018 [5.20]

## 5.5. Estudios de sistemas de coches autónomos

Como con cualquier novedad en los mercados, para poner a prueba todos los sistemas de emergencia, se han hecho pruebas simulando la realidad. A continuación se presenta un estudio donde se comparan las características entre varios modelos de coche.

### 5.5.1. Frenada automática de emergencia

Un estudio en las pistas de Boxberg (Alemania) de Bosch compara el sistema de frenada automática de 5 coches distintos. En este experimento se usa un muñeco con forma de peatón y los vehículos circulan a una velocidad entre 30 y 50 Km/h.

- **Mercedes clase C:** Este coche de Mercedes Benz, consta de un sistema de emergencia llamado Freno Pre Safe de 2931 euros. La función del sistema es advertir al conductor mediante señales ópticas y acústicas cuando detecta un grave peligro de accidente.

*Resultado de la prueba:* En el experimento con este vehículo, los resultados no fueron del todo buenos debido a que el sistema proporcionado por Mercedes Benz, da mucha importancia a evitar falsas alarmas. En el experimento realizado, los ordenadores del vehículo presuponen, al mínimo movimiento de pedales o de la dirección, que el conductor ha tomado el mando, y se mantienen inactivos. Sin embargo, el freno automático sí funciona bien y de modo fiable al conducir contra obstáculos estáticos.

- **Mini Cooper:** El coche Mini Cooper, puede incluir el sistema 'Driving Assistant' por tan solo 1000 euros adicionales. Este sistema advierte de cualquier peligro inminente mediante cámaras como asistente de luz de carretera, sistema de limitador de velocidad, salida de carril y también avisos de colisión.

*Resultado de la prueba:* Siendo este sistema uno de los más baratos del mercado, en los experimentos realizados, a velocidades entre 30 y 50 Km/h, permite reducir la velocidad en el momento del impacto hasta niveles que evitarían lesiones graves en la vida real.

- **Subaru Outback:** Subaru puede incluir el sistema Eyesight el cual asiste al conductor para evitar situaciones de peligro reduciendo el riesgo de accidente debido a distracciones y fatiga.

*Resultado de la prueba:* De todos los experimentos realizados, el Subaru Outback con sistema Eyesight es el único que logra detenerse siempre mucho antes de la colisión, superando las pruebas sin ningún problema (Fig. 5.21).



Fig. 5.21: Subaru en las pruebas de frenada de emergencia [5.21]

- **Volvo V60:** Los vehículos Volvo, pueden incluir el sistema de asistente de frenada llamado Intellisafe PRO por 2178 euros, el cual trata de mantener una distancia de seguridad con el vehículo que le precede y evitar la salida de carril.

*Resultado de la prueba:* Aunque los resultados no fueron tan perfectos como en la prueba del Subaru, Volvo también consiguió buenos resultados en las pruebas. La conclusión a la que se llega después de estos experimentos es que el sistema que proporciona Volvo es muy fiable y maduro, ya que tampoco se observan muchas falsas alarmas.

- **Volkswagen UP:** Los automóviles de Volkswagen también han querido implementar sistemas de seguridad para las gamas más sencillas. En este caso añaden el sistema Driver Assistance Pack por tan solo 330 euros. Este sistema registra la distancia hacia el vehículo que circula por delante o hacia los vehículos parados mediante un sensor de láser hasta una velocidad de 30 Km/h.

*Resultado de la prueba:* Puesto que este sistema tiene una visión a corto alcance y los resultados no son del todo fiables como se refleja en la Fig. 5.22. Con el sistema Driver Assistance Pack se llega a la conclusión que el sistema es fiable para zonas residenciales, donde la velocidad no debería ser, en principio, muy elevada.





Fig. 5.22: Volkswagen UP en las pruebas de frenada de emergencia [5.22]

## 5.6. Impacto de los vehículos autónomos

### 5.6.1. Impacto en el mercado

El mercado de los VAs se está desarrollando de manera rapidísima y tardará muy poco en tener un impacto muy importante en la sociedad. Para ello se han realizado estudios por parte de diferentes empresas para saber, aproximadamente, cuando será posible disponer de vehículos completamente autónomos.

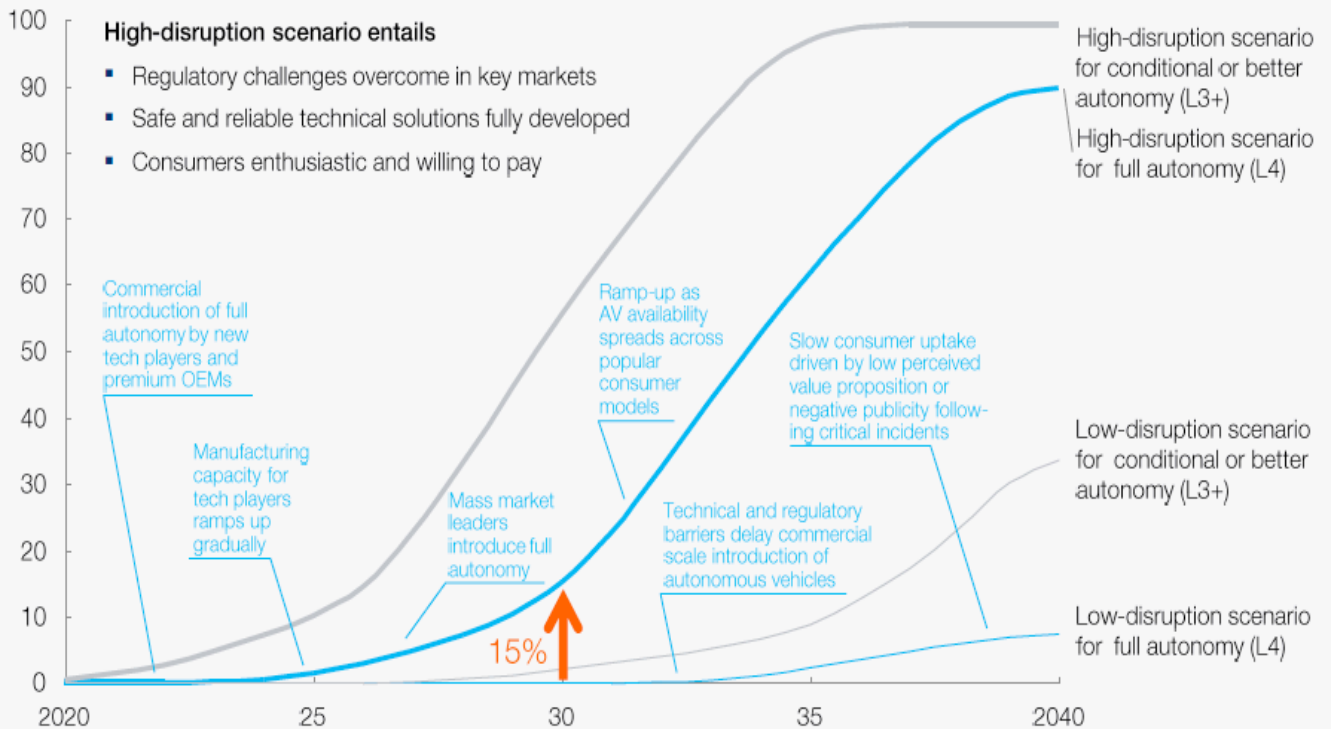
Según un estudio realizado por McKinsey, en 2030 el 50% de los vehículos vendidos serán altamente autónomos mientras que el 15% serán completamente autónomos.

La Fig. 5.23 presenta un gráfico creado por McKinsey en el que se explica el desarrollo de los coches autónomos en el mercado.

Subject to progress on the technical, infrastructure, and regulatory challenges, up to 15% of all new vehicles sold in 2030 could be fully autonomous

### New vehicle market share of fully autonomous vehicles

Percent



SOURCE: McKinsey

Fig. 5.23: Gráfico de tendencia de los vehículos autónomos [5.23]

Los VAs están a punto de alterar fuertemente el mercado. Este alto nivel de disrupción implica superar los desafíos del mercado, obtener soluciones técnicas seguras que complazcan a los consumidores.

En el gráfico situado justo por encima, podemos destacar una línea azul que marca la tendencia que se prevé tener en un futuro, no lejano, en el sector de los vehículos completamente autónomos.

Esta línea de tendencia destaca varios puntos:

- Entre 2020 y 2025 se introduce la plena autonomía por parte de los técnicos y la OEMs (del inglés Original Equipment Manufacturer o fabricante de equipos originales)

Premium.

- En 2025 la capacidad técnica de crear VAs aumenta gradualmente.
- Entre 2025 y 2030, los líderes del mercado masivo introducen los coches totalmente autónomos y en 2030 ya se venden aproximadamente un 15% de coches completamente autónomos.
- Entre 2030 y 2035, aumenta considerablemente los VAs gracias a la salida de mercado de modelos estándar para el consumidor.

### 5.6.2. Impacto en el PIB

Otra de los grandes impactos de los VAs en nuestra sociedad es el crecimiento PIB (Producto interior bruto). Esto es debido al aumento de la productividad que generará esta nueva tecnología de IA (inteligencia artificial) por todo el mundo.

Un estudio realizado por la consultora Policy Network y encargado por Nissan, demuestra que el despliegue de vehículos sin conductor en Europa contribuirá en 17.000 millones de euros en el PIB de la UE-28 en 2050, lo que supondrá una tasa de crecimiento del 5,3% del PIB.

### 5.6.3. Impacto en la sociedad

En un estudio realizado por Nissan Europa en el que participaron 6.000 adultos de seis países europeos para evaluar el impacto en la sociedad, quiso saber la opinión de la gente sobre los VAs y su repercusión en la sociedad.

Uno de los principales objetivos de los VAs, es que el conductor pueda aprovechar el tiempo mientras se desplaza y según las encuestas, 4 de cada 5 usuarios afirman hacer otras cosas mientras conducen.

Una de las preguntas era cual sería la repercusión principal de la implementación de los VAs, la cual un 52% de los encuestados afirmaron que sería la reducción de accidentes. Por otro lado al preguntar sobre los beneficios en la salud, el 56% responde que los beneficios principales son la reducción de accidentes y la reducción de estrés.



En la Fig. 5.24, se puede observar diferentes beneficios que aportaran los VAs como reducción de accidentes por error humano o menos atropellos con fuga.

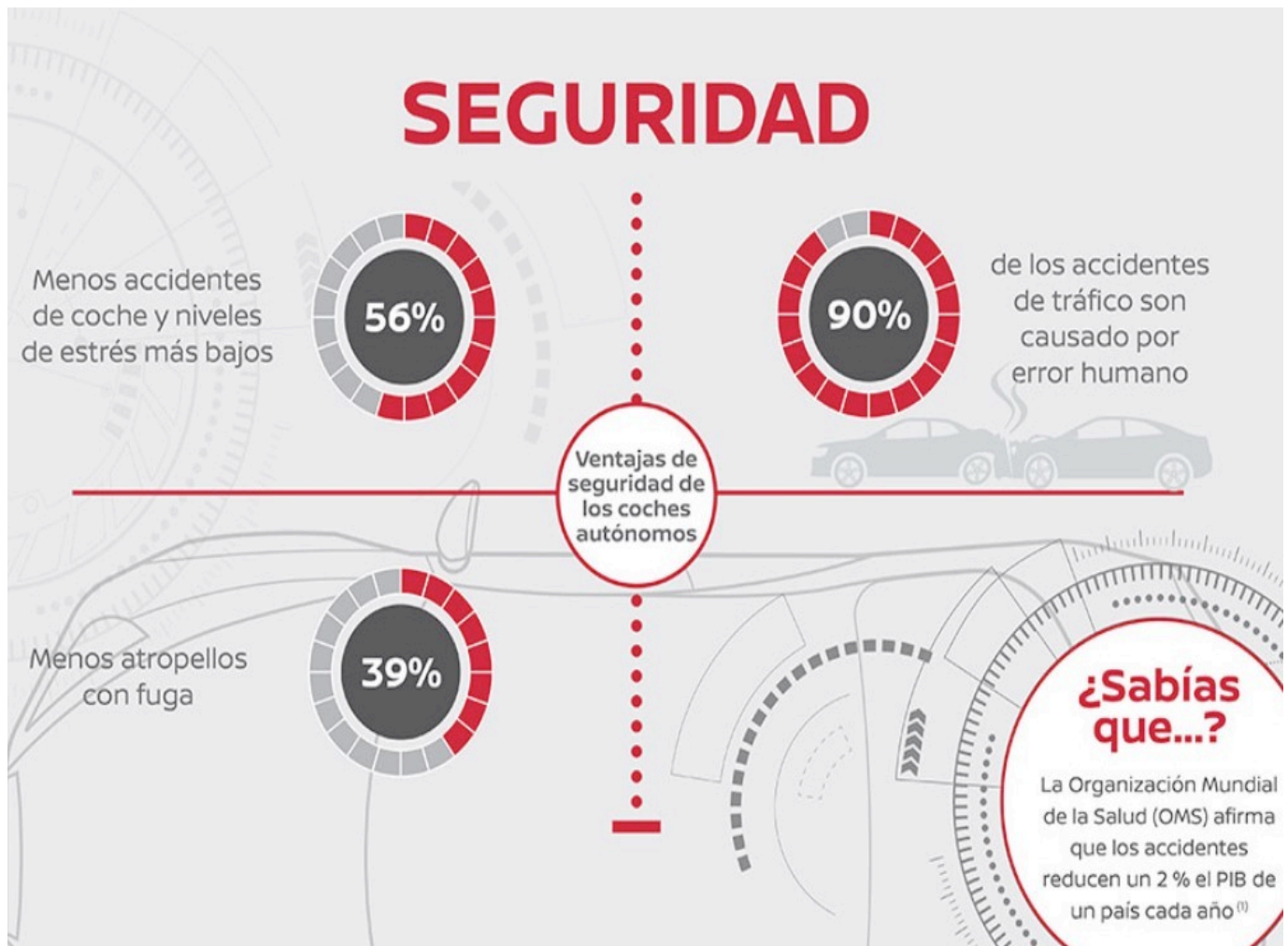


Fig. 5.24: Porcentajes de mejora con vehículos autónomos [5.24]

## 6. Coche compartido

En el siguiente capítulo se presenta uno de los sistemas más modernos a la hora de desplazarnos hoy en día, el llamado coche compartido. Se podrá ver, a continuación, en qué partes se divide dependiendo de si compartes el viaje con otros compañeros o si eres cliente de una empresa dedicada a dejar vehículos por un coste. También se explicará sus ventajas e inconvenientes y cómo estos sistemas están haciéndose cada día más fuertes en la sociedad.

### 6.1. Introducción

El coche compartido o car sharing (CS) es un servicio de alquiler de coches temporal ya sea días, horas o minutos. Este servicio es posible gracias a empresas privadas que ponen a disposición de clientes vehículos, muchas veces eléctricos, y así el cliente puede ahorrarse el gasto que conlleva tener un vehículo propio. Existen dos formas de poner en práctica este servicio, la primera es el retorno de los vehículos a una base fija (round-trip), mientras que la segunda ofrece la posibilidad de desplazarse sin la necesidad de dejar el coche en un lugar determinado (free-floating).

Empezar a utilizar servicios de CS es muy sencillo. En primer lugar hay que apuntarse en la web de la empresa que ofrezca este servicio y al cabo de unos días se recibe una tarjeta de usuario que permite abrir los vehículos de la flota. Las empresas que ofrecen el CS disponen de aplicaciones con las cuales se puede localizar los diferentes vehículos y reservarlos.

Por otro lado también existe el llamado car-pooling o ride sharing en el cual es un propietario privado el que oferta un determinado trayecto y busca otras personas para completar las plazas del vehículo y así compartir gastos. Para poder viajar con este sistema, el cliente se pone en contacto con pasajeros mediante páginas webs gratuitas. En estas páginas webs los diferentes usuarios ponen el trayecto que quieren hacer, la disponibilidad o no de vehículo propio y el día que desean realizar el viaje.

#### **¿Por qué la necesidad del CS?**

Un punto muy importante a comentar es por qué ha surgido el nuevo sistema de vehículo compartido y por ello se explica a continuación algunos de los problemas más importantes a los que hace frente el CS.

Disponer de vehículo propio tiene muchos gastos, no solo económicos sino de espacio en garajes, carreteras, etc. Además consume mucha energía (la mayoría de veces no renovable), lo que afecta gravemente al medio ambiente.

Si nos fijamos en los números, por media, un vehículo privado está el 96% del día parado mientras que el 4% restante tiene muy poca ocupación (1 o 2 pasajeros).

## 6.2. Ventajas e inconvenientes

A continuación se presentarán las ventajas e inconvenientes que tienen estos dos sistemas. Por lo general, los beneficios que aportan son bastante similares, así pues, si hay algún punto especial de uno de los sistemas se marcará como específico. En estas ventajas y desventajas se proporcionarán números de diferentes estudios como el estudio de Berkeley con car2go o AECar-Sharing con Avancar, los cuales ayudarán a entenderlas mejor.

### Ventajas generales

- Complementan el transporte público: Los usuarios de estos servicios son más propensos a usar el transporte público.

Según un estudio de Berkeley con car2go, los ciudadanos (de Barcelona) que conducen estos coches han aumentado en un 7% el uso del autobús y un 8% el del tren.

- Mejora del aire: Uno de los principales objetivos de la implementación del vehículo compartido es la reducción de la contaminación, ya sea por las flotas eléctricas o por el desuso de vehículos particulares. Además, cuando son vehículos eléctricos pueden circular todos los días del año ya que las restricciones por contaminación no les afecta.

El estudio señala que más del 70% de los coches que tenían los usuarios de car2go contaba con una antigüedad mayor a 10 años.

- Reducción del número de coches: muchos de los usuarios de este servicio, ya no tienen la necesidad de tener vehículo propio.



Fig. 6.1: La empresa de CS CAR2GO recargando vehículo en Berlín [6.1]

- Reducción de atascos: Junto con el problema a la hora de buscar aparcamiento, los atascos es otro de los grandes inconvenientes de usar un vehículo por la ciudad.

El estudio indica, con datos de 2015, que el uso de un servicio de CS como Car2go redujo en 28.000 el número de coches que circulaban por las cinco ciudades estudiadas (Calgary, San Diego, Seattle, Vancouver y Washington, D.C.).

Además del ahorro de atascos por la reducción de vehículos que los vehículos compartidos facilitan, en grandes ciudades como Madrid, estos coches pueden circular por carriles especiales como el carril VAO.

- Precio asequible: Aunque esta ventaja es discutible, se puede hacer una pequeña comparación de precios. Aproximadamente el precio por minuto de un coche compartido es de 19 céntimos, sin embargo, si se compara con el precio de un billete de autobús o metro en España, que cuesta aproximadamente 1,5 euros o el precio de un taxi; es bastante asequible. Esta ventaja aporta un ahorro de dinero al año.

El estudio realizado en Barcelona afirma que el 73% de los socios de sistemas de CS ahorra más en transporte en comparación con antes de ser socio. Mientras que un 23% ha vendido el vehículo que tenía en propiedad. Por último el 75% de los usuarios afirman un ahorro de más de 100 EUR/mes.

## **Ventajas**

### **Ventajas específicas del CS**

- Aparcamiento más fácil: El aparcamiento es uno de los grandes inconvenientes de tener vehículo propio. Al facilitar vehículos compartidos, los cuales suelen estar circulando entre tres y seis horas al día, las plazas ocupadas se reducen. Por otro lado, la mayoría de los vehículos compartidos se pueden dejar en cualquier plaza de la calle ya que normalmente se tienen acuerdos entre las empresas y los respectivos ayuntamientos.

Por otro lado, la mayoría de empresas que se dedican a los vehículos compartidos, tienen vehículos de tamaño muy pequeño como son los Smart (2,69 m), C-Zero (3,47 m), entre muchos otros.

### **Ventajas específicas del ride sharing**

- Viaje acompañado: Aunque algunas veces la compañía puede llegar a despistar,

muchas veces viajar acompañado te hace estar más despierto al volante ya que el viaje puede hacerse más ligero. Al usarse normalmente este sistema para viajes largos, tener otros pasajeros en el vehículo ayuda a no estar todo el viaje solo y aburrido y, por tanto, hay menos posibilidades de accidente por cansancio o despiste.

### **Inconvenientes**

#### **Inconvenientes específicos del CS**

- Disponibilidad: Como se ha comentado anteriormente en una de las ventajas específicas del CS, al hacer uso de estos vehículos se dispone de muchas posibilidades de dejar el vehículo aparcado. Por otro lado, esto es un inconveniente a la hora de necesitar un coche como por ejemplo cuando necesitas un vehículo con urgencia y no encuentras ninguno disponible en la zona donde te encuentras.
- Atascos y precio: Aunque estas empresas facilitan la reducción de vehículos y por tanto la reducción de congestiones, existen ciudades dónde puedes permanecer en atascos durante horas. El problema es que durante este tiempo de atasco, los minutos van pasando y, por tanto, el precio va subiendo. Algo parecido pasa a la hora de buscar aparcamiento, si no se encuentra aparcamiento fácil, el contador sigue sumando minutos, y por tanto el precio sube.
- Accidentes: Las empresas de CS, disponen de un seguro de franquicia, lo que implica que en caso de accidente los primeros 500 euros los paga el cliente.
- Conexión a internet: Los vehículos compartidos, funcionan mediante una aplicación de móvil, por tanto, si el usuario no dispone de conexión a internet, no puede ver los vehículos disponibles para reservarlos.

#### **Inconvenientes específicos del ride sharing**

- Inseguridad: Uno de los principales inconvenientes del ride sharing o car-pooling, es la inseguridad que transmite viajar con un desconocido al volante, y más si es un viaje largo como los que se suelen hacer con este sistema.
- Pérdida de independencia: La mayoría de usuarios que tienen un vehículo propio les gusta tener una cierta independencia a la hora de viajar: decidir donde parar, hora de salida, etc. Sin embargo con el nuevo sistema dependes principalmente del conductor del vehículo.

- Puntualidad: Muchas veces la hora de recogida del usuario se retrasa, ya sea por atascos, haber salido más tarde, etc.

### 6.3. Clasificación de CS

En general el CS se refiere al uso compartido de vehículo llevado a cabo por empresas, sin embargo, hay varios tipos de CS. En este apartado se hace una clasificación de las diferentes maneras de compartir vehículo.

- **P2P:** Este nombre se refiere a 'Person to Person'. En este caso los que comparten vehículos son diferentes personas conocidas, familiares o cercanos, el coche pertenece a uno de los usuarios y lo pone a disposición de los demás. De esta manera se reparten los gastos de manera justa teniendo en cuenta la amortización del vehículo. El usuario dueño del vehículo se pone en contacto con otros usuarios mediante alguna plataforma web o aplicación gratuita.

El vehículo debe ser devuelto al lugar de origen, por tanto el usuario debe hacer viajes de ida y vuelta. Este tipo de sistema es típico en ciudades pequeñas donde la densidad de población no es demasiado alta y los otros sistemas que se comentarán a continuación no son muy útiles.

Hoy en día ya existen ciudades como Bélgica donde el sistema P2P ya está muy de moda e incluso hay organizaciones que apoyan desde 2004 las iniciativas ofreciendo diferentes ayudas.

Algunos ejemplos de P2P son: Drivy (Fig. 6.2), Socialcar, Turo, Getaround.



Fig. 6.2: Logo de Drivy [6.2]

- **B2C:** (Business to Consumer, en español 'del negocio al consumidor'). En este caso una compañía dispone de una flota de vehículos y facilita el intercambio entre los miembros. Este intercambio se realiza mediante aplicaciones o páginas web a las que el usuario debe inscribirse con anterioridad para poder disponer de vehículos. Es la opción más conocida hoy en día y es más útil en grandes ciudades. Algunos ejemplos de B2C son: ZipCar, Car2go, Bluemove, Avancar.
- **NFP:** (*non for profit*, o en español 'sin fines de lucro'). Este sistema es similar al B2C, sin embargo, la única finalidad que se quiere es el beneficio social y medioambiental.

Algunos ejemplos de NFP son: Kootenay Carshare, CarShare Vermont (Fig. 6.3), Ithaca.





Fig. 6.3: Vehículo de NFP de CarShare Vermont [6.3]

Fig. 6.4: Aparcamientos reservados para la iniciativa privada de coche compartido en Bélgica [6.4]

## 6.4. Desarrollo del CS

El objetivo de este apartado es ver como se ha desarrollado el CS en el mundo y en España poniendo ejemplos numéricos de diferentes países. Además se adjuntan pronósticos de diferentes consultorías que han realizado estudios del mercado.

### 6.4.1. Desarrollo internacional

Al comienzo del CS, la mayoría de vehículos compartidos se encontraban en Estados Unidos pero con el paso de los años este sector ha aumentado exponencialmente en todo el mundo. En 2016, Europa representaba más del 50% del mercado de vehículos compartidos, aproximadamente son 5,8 millones de usuarios y 68.000 automóviles. El pronóstico realizado por Zipcar es de un crecimiento aproximado del 32% para 2020. Por ejemplo, Alemania en 2012 tenía 0,26 millones de usuarios y se espera que en el año 2020 se llegue a los 3,1 millones.

Según el mismo estudio realizado por Zipcar, en 2015 había más de 3.500.000 usuarios del CS en todo el mundo y si nos fijamos en países como Alemania y EEUU alcanzaron ellos solos ya la cifra de 1.000.000 de clientes. Según el estudio, en 2015, había alrededor de 37 millones de clientes potenciales, los cuales podrían crear 10.000 millones de dólares.

La predicción del futuro, según un estudio realizado por McKinsey, es que en 2030 gracias a los vehículos compartidos, podremos usar un vehículo específico para cada ocasión, también prevé que 1 de cada 10 vehículos vendidos será un vehículo compartido. Esta predicción se encuentra reflejada en la Fig. 6.5.

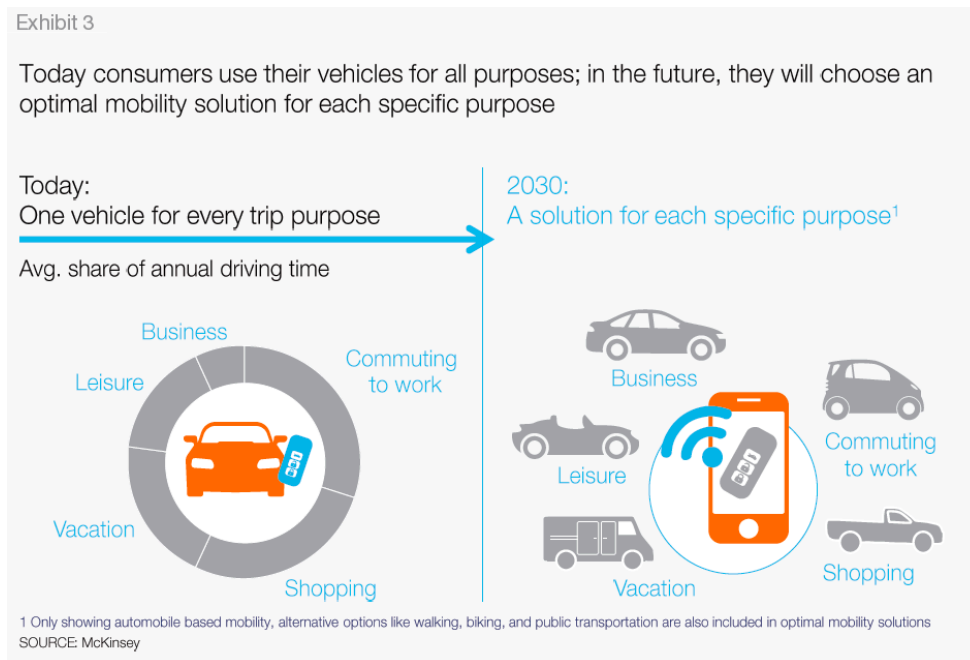


Fig. 6.5: Predicción de futuro de McKinsey [6.5]

En la Fig. 6.6 se puede observar el desarrollo del mercado del CS en Europa desde el 2006 hasta 2020 realizado en 2014 por la compañía Deloitte. El estudio está realizado en los siguientes países: Alemania, UK, Francia, Italia, Suiza, Austria, Holanda, España, Bélgica, Noruega, Dinamarca y Suiza. Se puede observar como el pronóstico en 2020 es de 15,6 millones de usuarios y aproximadamente 175.000 vehículos en uso.

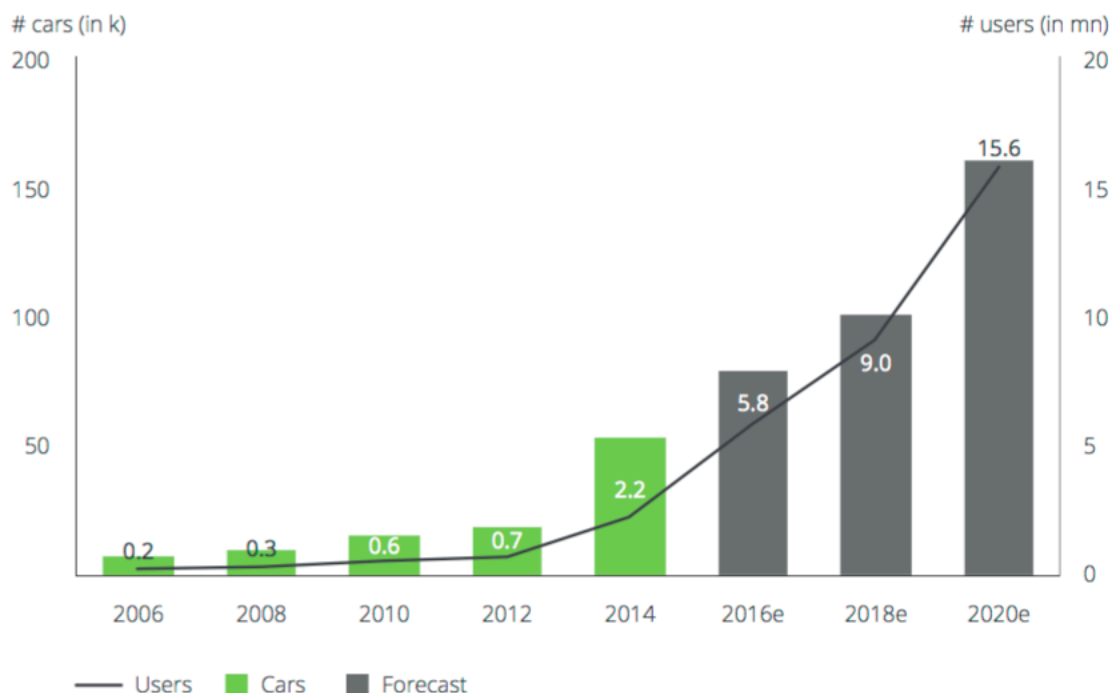


Fig. 6.6: Desarrollo del mercado de car sharing en Europa (2006-2020) [6.6]



### 6.4.2. Desarrollo nacional

En España el CS a finales de 2014 tenía aproximadamente 33.000 vehículos concentrados, mayormente, en grandes ciudades como Barcelona y Madrid y algunas ciudades como Bilbao y Sevilla. En 2015 se llegó a los 50.000 y se llegó a los 70.000 a finales de 2016.

Mientras en Madrid ya dispone de varios operadores de CS en servicio y han logrado más de 300.000 usuarios (cifra del 2017) usuarios en muy poco tiempo, en la ciudad de Barcelona ha costado más implementar el nuevo sistema. El CS llegó en 2015 y tardó 2 años en llegar a los 178.000 usuarios aunque solo opera en 53 Km<sup>2</sup>.

En la Fig. 6.7 se representa el CS en España. Se puede apreciar la cantidad de vehículos según la empresa, las plazas de estacionamiento disponible, el funcionamiento y las diferentes facilidades que este ofrece.

Hace falta añadir, que por la actualidad de la imagen, ya se puede disfrutar de Bluemove en Barcelona también y que ahora en España también se ha puesto en marcha la compañía Emove ya disponible en Madrid.









































	 <b>Respiro</b>	 <b>Avancar</b>	 <b>Bluemove</b>	 <b>Car2Go</b>
Presencia				
Coches	 <b>200</b>	 Avancar no facilita el número de coches	 <b>200</b>	 <b>350</b>
Recogida del coche	 <b>93</b>	 <b>170</b> (la mayoría en Barcelona)	 <b>80</b>	 Solo están en la calle
Devolución del coche	 En el mismo parking	 En el mismo parking	 En el mismo parking	 En la calle (como eléctrico, no paga)
Precio básico aproximado	<b>5,0</b> euros por hora	<b>5,0</b> euros por hora	<b>5,0</b> euros por hora	<b>0,19</b> precio fijo (euros por minuto)
Sillas para niños gratis bajo pedido				
Localización y reserva	 Móvil y web	 Móvil y web	 Móvil y web	 Móvil y web
Acceso al vehículo	 Tarjeta magnética	 Tarjeta o móvil	 Tarjeta o móvil	 Aplicación móvil
Consumo de carburante	 Incluido	 Incluido	 Incluido	 Incluido (eléctrico)
País de la empresa matriz	 España	 EE UU	 España	 Alemania

Fig. 6.7: Representación del CS en España en 2016 [6.7]

## 6.5. Comparación económica de CS con propiedad de vehículo

La asociación española de car sharing (AECar-Sharing) afirma que el CS consigue, en términos económicos, transformar el sistema de costes del coche particular (costes fijos muy altos equivalentes a 5.000 EUR/año) y costes bajos costes variables equivalentes a 0,10 EUR/Km) en un sistema con costes fijos nulos y variables razonables equivalente s a 0,7 EUR/Km.

A continuación en la Fig. 6.8 se presenta un gráfico comparando precio por kilómetro donde se puede ver la diferencia entre tener un vehículo propio o ser cliente de CS.

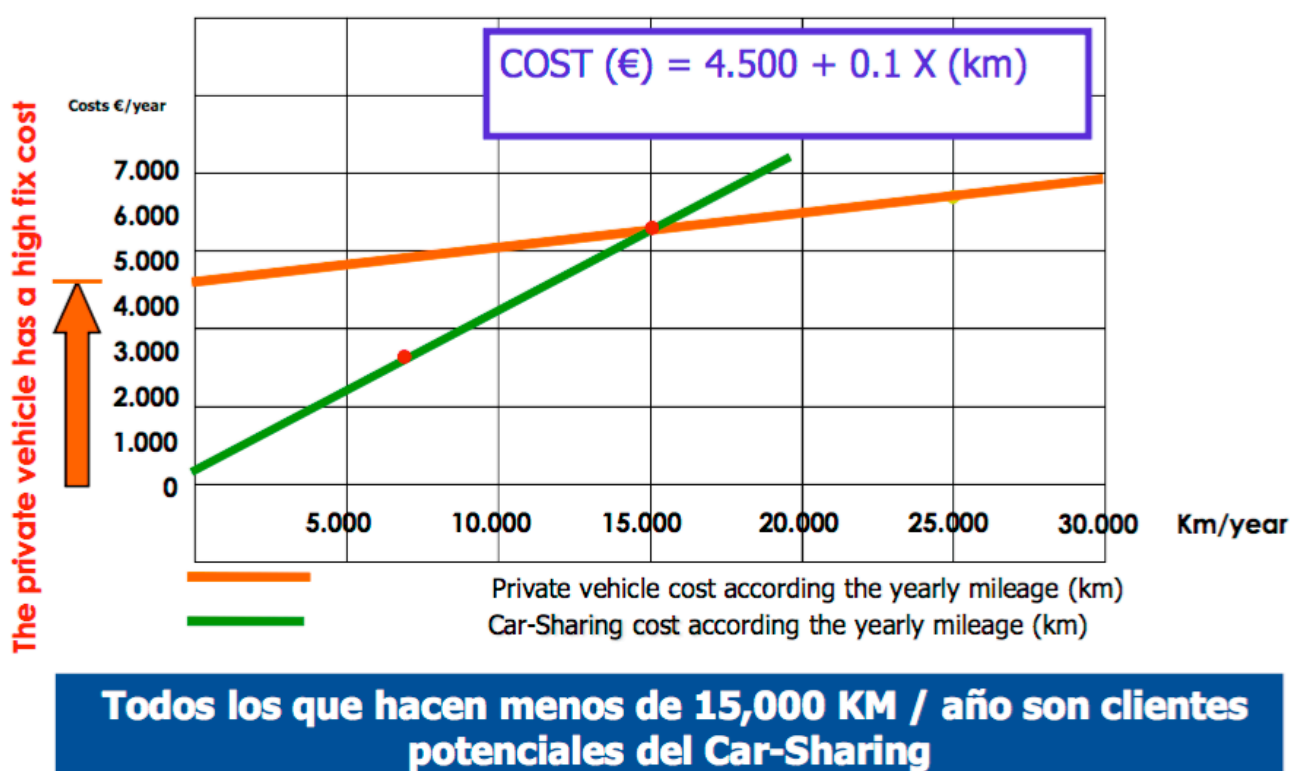


Fig. 6.8: Gráfico comparativo CS y vehículo propio [6.8]

Se puede observar, viendo las líneas de tendencia, como por debajo de los 15.000 Km, sale más rentable (económicamente) usar el sistema de CS, mientras que si los kilómetros son superiores ya vale la pena disponer de vehículo propio.

## 7. Vehículos eléctricos

Este apartado tiene como objetivo explicar qué son los vehículos eléctricos, cuáles son sus ventajas y desventajas y sus componentes entre muchas otras características. También diferenciará un vehículo totalmente eléctrico de un vehículo híbrido y se compararán con los actuales vehículos de combustión.

El objetivo principal se centra en explicar los vehículos totalmente eléctricos aunque primero se introducirán brevemente los vehículos híbridos y se explicarán los tipos que hay para poder entender los datos que se facilitarán al final del apartado.

### 7.1. Diferencia entre los vehículos eléctricos e híbridos

#### 7.1.1. Vehículo eléctrico

El vehículo eléctrico (VE) es un vehículo que, a diferencia de los vehículos de combustión (VC), funciona impulsado por uno más motores eléctricos que emplea la energía almacenada en las baterías recargables y la transforma en energía cinética.

#### 7.1.2. Vehículo híbrido

Normalmente llamado vehículo híbrido eléctrico el cual combina motor de combustión interna junto con motor eléctrico alimentado por baterías adicionales. Estos vehículos, se pueden clasificar según el funcionamiento de los motores.

- Híbrido puro: También conocido como 'full-hybrid'. Estos vehículos se caracterizan porque ambos motores (eléctrico y combustión) pueden contribuir al movimiento del coche.

El motor eléctrico puede hacer que el vehículo funcione sin que el motor de combustión actúe, de manera que se comporta como un vehículo totalmente eléctrico. Esto es posible a unas determinadas velocidades bajas.

- Híbrido enchufable : También conocido como PHEV del inglés 'Plug-in Hybrid Electric Vehicle'. Se caracterizan por tener baterías con mucha más capacidad, con los que pueden alcanzar velocidades superiores a los híbridos puros.
- Híbrido en serie: También conocido como vehículo eléctrico de autonomía extendida o EREV. Este vehículo es impulsado por su motor eléctrico mientras el motor térmico se encarga de mover el generador eléctrico.

En la Fig. 7.1, se resume brevemente la distribución de los diferentes componentes del los VE e híbridos.

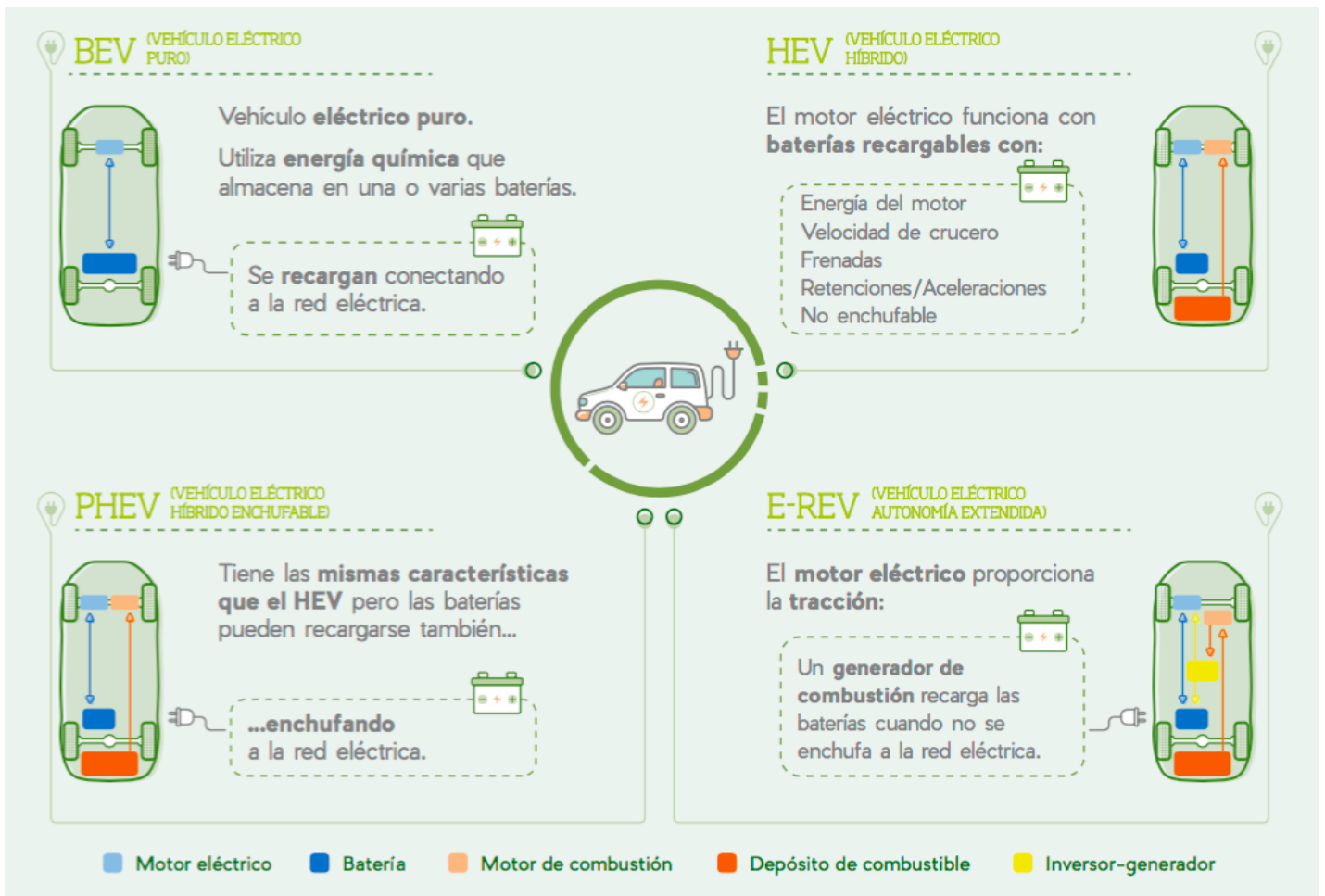


Fig. 7.1: Breve resumen de los diferentes VE e híbridos [7.1]

## 7.2. Ventajas e inconvenientes de los VE

Los VE tienen muchas ventajas que están haciendo que sea uno de los sectores del automóvil más estudiados y con más desarrollo hoy en día aunque también presenta algunos inconvenientes que hacen que el VE no sea el más utilizado ni vendido en el mercado.

### Ventajas

- Mayor eficiencia: Al implementar un motor eléctrico se aprovecha aproximadamente un 90% de la energía generada.
- Reciclaje de la batería: Casi el 100% de la batería se puede reciclar. Existe una

normativa en la UE que exige que se reciclen en lugares específicos.

- Reducción de contaminación: Los VE no generan emisión contaminante excepto en los lugares de generación, es decir al producir sus baterías.
- Mayor discreción: Esta discreción es debida a que son vehículos muy silenciosos y por tanto discretos.
- Motores: Los motores de los VE son más compactos, ligeros y simples que los motores de combustión interna. No necesitan circuito de refrigeración ya que no queman combustible. Además necesitan menor mantenimiento ya que son más sencillos.
- Coste de recarga: El coste energético por kilómetro es muy inferior al del vehículo térmico. También tienen la ventaja de recargar las baterías cuando el motor actúa como generador.
- Independencia: No depende del petróleo, el cual tiene muchas fluctuaciones en el mercado.

### **Inconvenientes**

- Contaminación de las baterías: Aunque el casi el 100% de la batería pueda ser reciclada, al fabricar la batería se produce contaminación.
- Poca autonomía: Los VE disponen de menos autonomía que los VC, este es uno de los principales motivos por el cual los VE son ideales para ciudad pero no para viajes más largos.
- Gran inversión inicial: Aunque a la hora del consumir combustible sea más eficiente el VE, la inversión inicial es mucho mayor que en un VC.
- Tiempos de repostaje: Los tiempos de repostaje son tiempos muy altos que oscilan entre los 30 minutos y 8 horas para una carga completa. Esto es un inconveniente a la hora de hacer viajes largos.
- Recarga: La recarga de los VE proviene de enchufes de red eléctrica, los cuales no son muy abundantes en la actualidad.

### 7.3. Componentes del VE

Los VE constan de diferentes componentes que le diferencian claramente de los vehículos de combustión (Fig. 7.2). En este apartado se explicarán brevemente.

- Motor: los motores de los vehículos pueden ser de corriente continua o alterna y puede tener uno o varios motores. Una de las principales características es que pueden recuperar la energía gracias a un inversor.
- Puerto de carga o cargador: Absorbe la electricidad de la red de corriente alterna exterior y la transforma a corriente continua para poder cargar la batería principal.
- Convertidor: Son los encargados de transformar la corriente alterna suministrada por la red en corriente continua que acumulan las baterías.
- Controladores: Comprueban el correcto funcionamiento por eficiencia y seguridad, regulan la energía que recibe o recarga el motor.
- Inversores: transforman la corriente continua en corriente alterna.
- Baterías: Es lo equivalente al depósito de combustible en los vehículos de combustión. Almacenan la energía proveniente del cargador en forma continua. Sus funciones son: suministrar al motor de tracción la potencia y energía necesarias para el correcto movimiento del vehículo y recibir energía del motor de tracción cuando se esté produciendo una frenada.

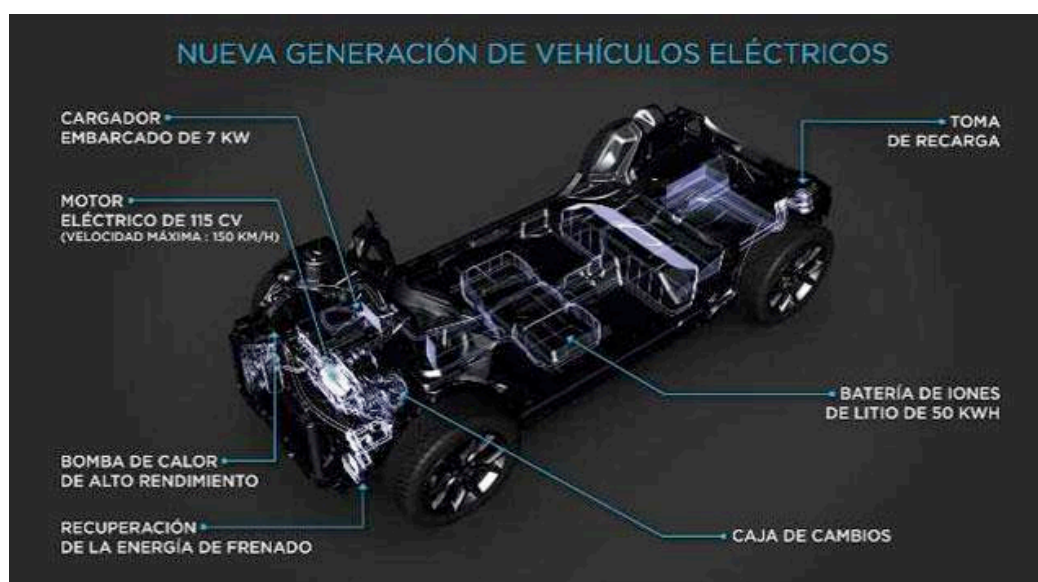


Fig. 7.2: Componentes vehículo eléctrico [7.2]

### 7.3.1. Baterías

Uno de los principales componentes del VE es la batería, y su precio y autonomía dependen básicamente de ella.

Como se ha comentado anteriormente, su función es almacenar energía en forma de electricidad mediante elementos electroquímicos y tiene unos parámetros a tener en cuenta:

- **Densidad energética** [Wh/kg]: Energía que se puede suministrar en relación a su peso. La autonomía y las prestaciones del vehículo dependen de esta densidad, cuanto mayor es la densidad, mayor autonomía. Las baterías para coche eléctrico de última generación tienen una densidad de 100 a 150 Wh/Kg.
- **Potencia específica** [W/kg]: Capacidad de proporcionar potencia en el proceso de descarga. Cada batería tiene un límite característico de potencia a entregar, a partir del cual la temperatura y las pérdidas aumentan de forma excesiva.
- **Eficiencia de carga y descarga**[%]: Es la relación entre la energía que se recibe (en la recarga), y la que se entrega (en la descarga). Una batería moderna suele tener alrededor de un 90% de eficiencia lo que la diferencia claramente de la eficacia de un VC.
- **Coste**: Influye principalmente en el coste del vehículo aumentando en caso de ser una buena batería y disminuyendo en caso contrario.
- **Ciclo de vida**: Ciclos completos de carga y descarga que soporta la batería antes de ser sustituida. Las baterías recargables tienden a perder capacidad con la cantidad de recargas.
- **Velocidad de recarga** [h]: Tiempo necesario para la recarga de la batería. Es más representativo y práctico el tiempo de recarga hasta el 80% de capacidad.

A parte de las características de las baterías, se pueden clasificar en diferentes tipos según los componentes que tienen, modernidad y las propiedades. A continuación se presentan algunas de ellas:

- **Plomo-ácido**: Son las baterías más antiguas, pero fueron muy usadas gracias a su robustez y bajo precio en el mercado. Por otro lado, tenían un impacto muy alto en el medio ambiente si no se reciclaban (alta toxicidad debido al plomo), una lenta recarga y un excesivo peso.
- **Níquel-cadmio (NiCd)**: Tienen un gran rendimiento a bajas temperaturas y gran duración, sin embargo poseen un efecto memoria, por lo que su capacidad se reduce con



cada recarga, además tiene una baja densidad energética (50 Wh/kg). Estas baterías han sido prohibidas en la UE debido a la toxicidad del cadmio.

- **Níquel-Hidruro metálico (NiMH):** Caracterizadas por su alta longevidad, bajo rendimiento a baja temperatura y baja eficiencia (60-70%). Estas baterías son muy similares a las de NiCd pero sin la alta toxicidad por lo que no afectan tanto al medio ambiente. Sin embargo, también se ven afectadas por el efecto memoria. Estas baterías no son utilizadas hoy en día para vehículos totalmente eléctricos, pero sin embargo se usan para algunos vehículos híbridos como el Toyota Prius o Toyota Auris (Fig. 7.3).

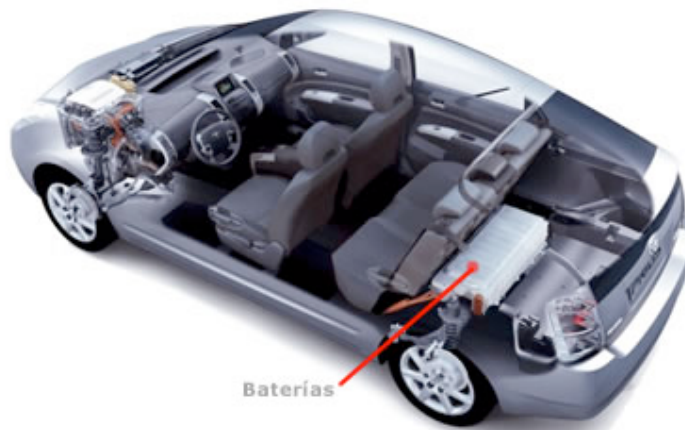


Fig. 7.3: Toyota Prius con batería NiMH [7.3]

- **Ion-Litio ( $\text{LiCoO}_2$ ):** Estas baterías se prevé que alimenten a los futuros vehículos híbridos y VE aunque son muy usadas hoy en día en ordenadores portátiles y teléfonos móviles debido a su bajo peso y volumen. Estas baterías no sufren el efecto memoria, tienen una potencia y densidad energética alta de más de 250 Wh/kg, recarga rápida y eficiencia alrededor del 80-90%. Su principal desventaja es el alto precio y el sobrecalentamiento que sufren y que puede provocar explosiones.

Es usada en vehículos eléctricos como el Renault Zoe ZE 40.

- **Polímero de litio:** Es similar a las baterías de iones de litio pero con mayor densidad de energía, mayor potencia, diseño ultraligero y eficiencia alta. Sus principales desventajas son la tasa de descarga alta, bajo ciclo de vida y su inestabilidad si se sobre recarga o se descarga por debajo de cierto voltaje.
- **Baterías Zebra ( $\text{NaNiCl}$ ):** Son unas baterías con alta densidad energética y alto ciclo de vida que trabaja entre 250°C y 350°C. Tienen algunas desventajas como las pérdidas térmicas y la necesidad de aislamiento debido a su alta temperatura.



Son apropiadas para autobuses aunque ya las incorporan algunos automóviles como el VE Think City de la Fig. 7.4.



Fig. 7.4: VE Think City [7.4]

## 7.4. Tipos de carga de los vehículos eléctricos

Igual que los VC, los VE también necesitan cargarse. La diferencia está en que los VE hay varios métodos de recarga según la potencia, y por tanto, el tiempo. A continuación se muestra la clasificación.

- **Carga lenta o convencional:** Este tipo de carga típica de las viviendas, por tanto, suele tener un voltaje de 230V y una potencia entre 2,3 y 7,2 kW. Con esta potencia, se puede recargar el coche en aproximadamente unas 8 horas, tiempo óptimo para cargar el vehículo durante la noche.
- **Carga semi-rápida:** Disponible en algunos supermercados o almacenes donde se dispone de parking de pago con cargadores instalados. La potencia suele estar entre 7,2 y 22kW. El tiempo aproximado de carga oscila entre las 2 y 4 horas para cargar completamente la batería.
- **Carga rápida:** Únicamente disponible en las llamadas electrolineras (surtidores de energía en las calles), este método se asemeja más al repostaje de combustible convencional en la calle. Proporcionan una potencia entre 40 y 150 kW y permiten cargar el vehículo en unos 30 minutos para obtener el 80% de la carga de la batería.



Fig. 7.5: VE cargándose en electrolineras [7.5]

## 7.5. Comparación entre VE y VC

Hoy en día el vehículo más usado es el VC, sin embargo, se sabe que el futuro del automóvil está claramente en manos del VE. Por ello, a continuación se explican las diferencias entre ambos vehículos y las prestaciones que aportan unos y otros, pudiendo así resumir qué cosas debe aun mejorar el VE para ser el líder en el mercado. En las siguientes comparaciones se incluirán estudios realizados por diferentes empresas que comparan vehículos de la actualidad.

### - Par/Potencia

El par es la fuerza con la que gira el eje del motor [Nm], mientras que la potencia es la cantidad de trabajo realizada por unidad de tiempo [W].

En los gráficos a continuación (Fig. 7.6), se puede apreciar la diferencia entre el vehículo Nissan Leaf (VE) y el Nissan 1.6 (VC).

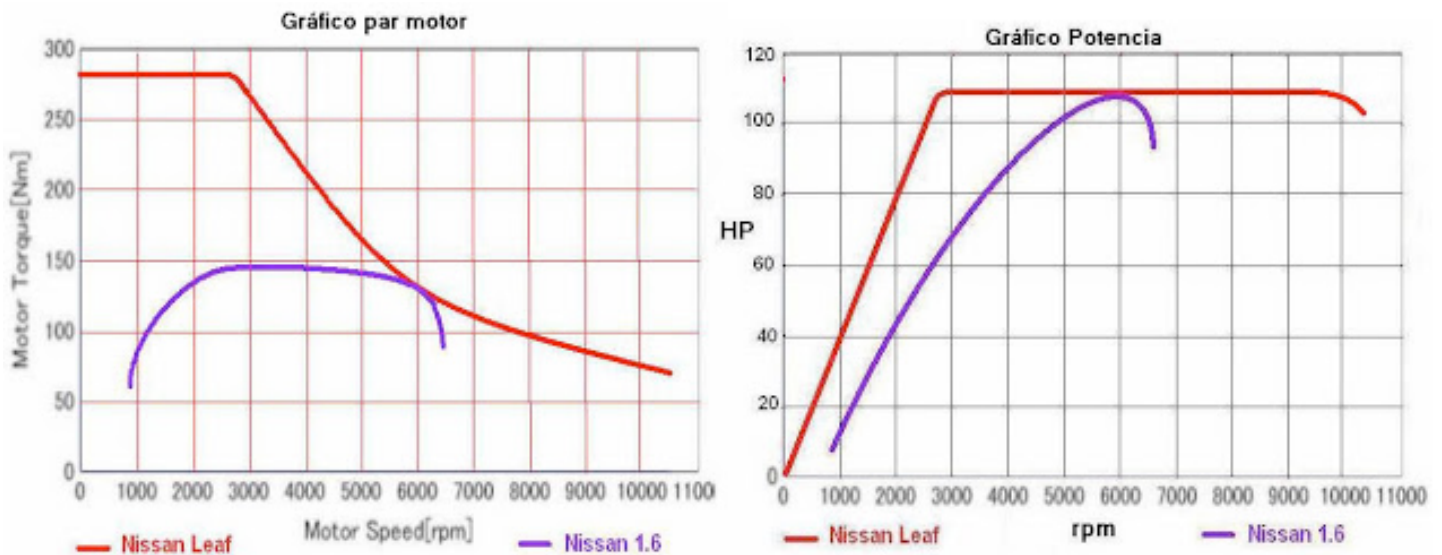


Fig. 7.6: Comparación de par y potencia [7.6]

En el gráfico de la izquierda (gráfico par motor) de la Fig. 7.6, se puede observar como a velocidades de 1000rpm el VE ofrece aproximadamente el triple de par que el VC. A medida que aumenta la velocidad, el par del VE va disminuyendo, pero se puede apreciar como a 6500rpm el VC deja de producir par.

Sin embargo, si se mira el gráfico de potencia (derecha), podemos observar como el VE tiende a aumentar progresivamente por encima del VC, hasta que llega a las 2700rpm aproximadamente donde se mantiene constante en su valor máximo. En las 6500 rpm el VC deja de producir potencia mientras que el VE aun se encuentra en su máximo.

Otro factor diferenciador importante es que el motor térmico es incapaz de girar por debajo de 700 rpm ya que el giro se vuelve inestable y se cala.

#### - Rendimiento del motor

Cualquier motor o máquina no puede transformar toda la energía que recibe en trabajo, sino que hay gran parte que se pierde ya sea por calor, rozamientos, etc. Según un estudio realizado, el motor de gasolina tiene una eficiencia que no supera el 25-30%, mientras que un motor diésel tiene una eficiencia que no supera el 40%. Sin embargo, la eficiencia del VE está alrededor del 95%. Este gran cambio se debe a que en un motor eléctrico no hay procesos de combustión de ningún tipo por lo que las pérdidas se crean solo por rozamiento.

En la Fig. 7.7 se puede observar como la marca de coches Renault, indica que el rendimiento en sus motores es del 95%.

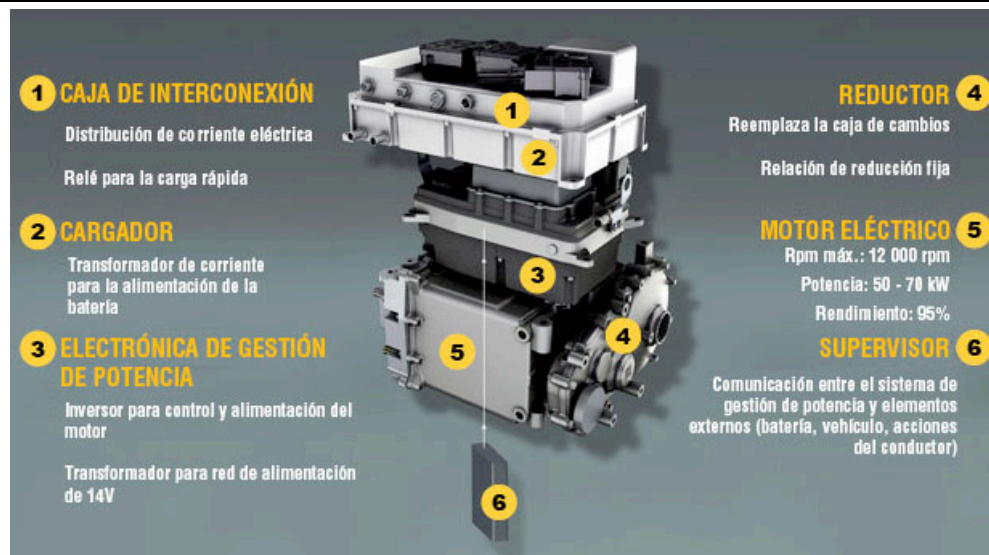


Fig. 7.7: Motor de un VE de Renault [7.7]

#### - Emisiones

Los VE no contaminan de forma local, es decir, no contaminan mientras se usa el vehículo. En cambio, para generar la energía (electricidad) con la que se recarga el vehículo sí.

Para la comparación de emisiones, Renault, ha cogido tres vehículos equivalentes: Renault Clio Tce gasolina, Renault Clio dCi diésel, Renault ZOE 40. En el estudio se ha tenido en cuenta las emisiones del pozo a la rueda lo que significa que se tiene en cuenta el ciclo de vida completo de la energía.

Los resultados obtenidos se muestran en la Fig. 7.8 donde se puede observar claramente que el vehículo eléctrico contamina menos de la mitad que cualquier vehículo, ya sea de gasolina o diésel.

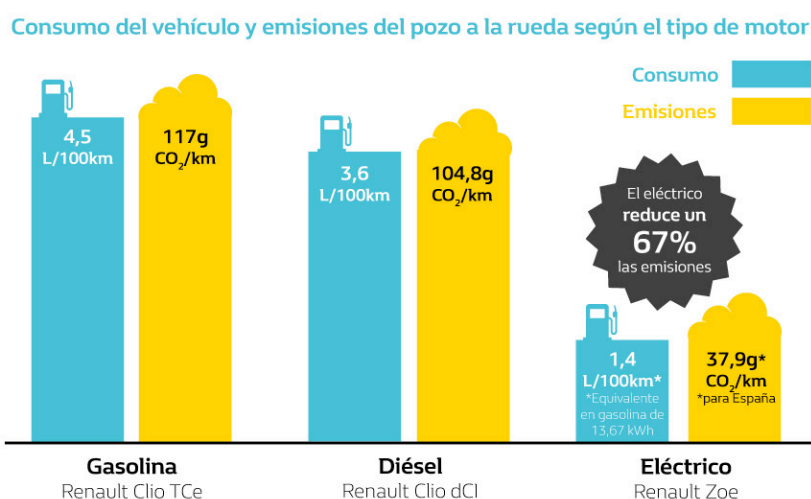


Fig. 7.8: Consumo y emisiones de diferentes vehículos Renault [7.8]



Si solo se tiene en cuenta las emisiones en marcha, en la Fig. 7.9 se muestran números de los diferentes gases contaminantes como CO<sub>2</sub>, Nox o PM10.

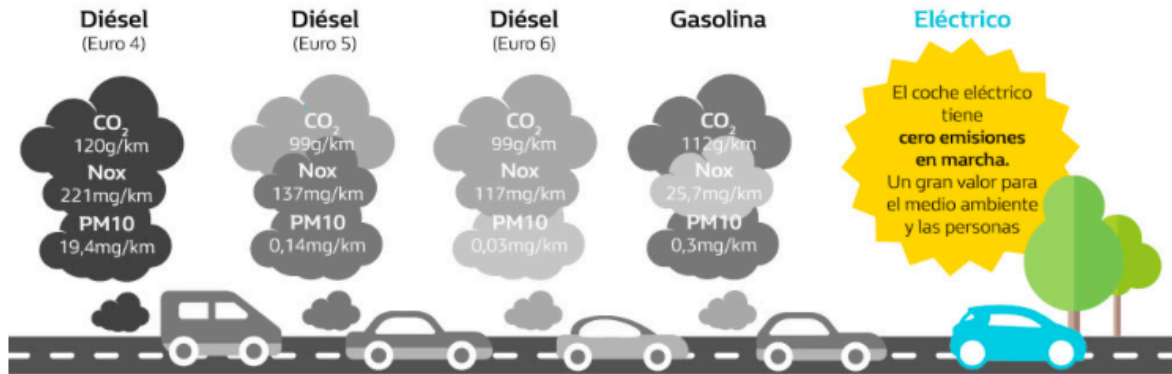


Fig. 7.9: Comparación de contaminación en marcha [7.9]

La diferencia entre los diferentes vehículos diésel, es la normativa europea que cumplen, dependiendo del año exigían normas más restrictivas de contaminación llamadas euro.

- Consumo

En el mismo estudio realizado por Renault, se llega a la conclusión (Fig. 7.8) que el VE consume hasta tres veces menos que el de gasolina.

- Autonomía

Está comprobado que los VE tienen menos autonomía que los VC, este es uno de los principales motivos por los que aun no son los líderes en el mercado. Un VE tiene una autonomía alrededor de 200 km mientras que algunos VC pueden superar los 1000 km aunque, generalmente, solo alcanzan los 600km.

Este problema está siendo estudiado en profundidad por diferentes marcas como Volkswagen que ya ha anunciado que en 2020 dispondrán de VE capaces de recorrer 600 km con una sola carga.

Otras marcas como Hyundai, Audi, Citroën o Peugeot, ya tienen en desarrollo VE con autonomía entre 400 y 500 km.

## 7.6. Evolución en cifras de los VE

El objetivo de este apartado es tener datos numéricos de estudios para poder tener un orden de magnitud e idea de cómo se desarrollan y avanzan los VE en el mundo entero y en España.

### 7.6.1. Desarrollo internacional

Según un estudio realizado por Corriente eléctrica de Renault, en 2016, los vehículos que funcionaban por electricidad superaron los 2 millones en el mundo, de los cuales 1.250.000 eran 100% eléctricos. Mientras que en Europa los VE en 2016 eran 500.000.

En el gráfico a de la Fig. 7.10, se muestra el aumento de los VE en diferentes países desde 2010 a 2016.

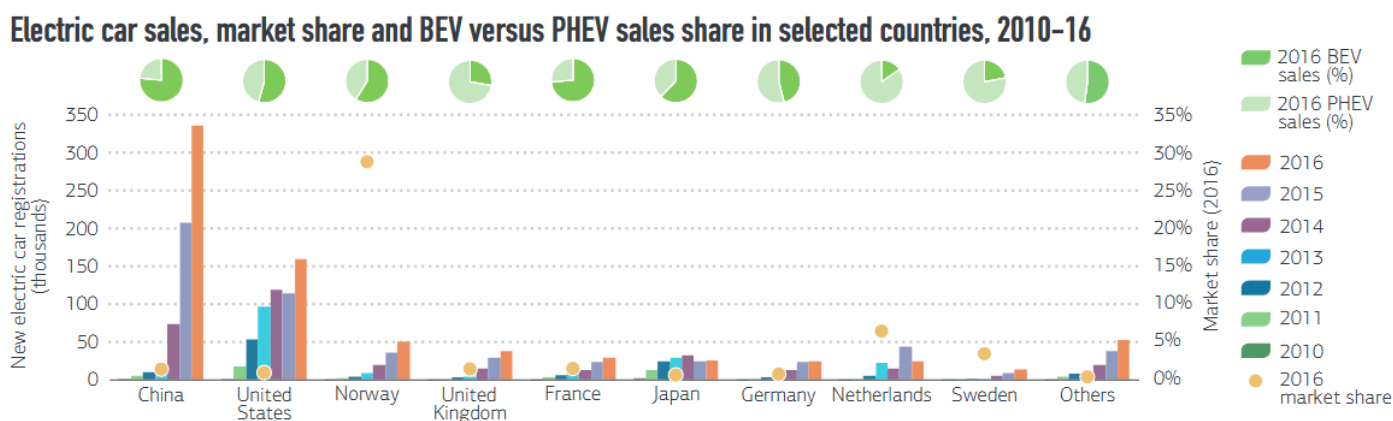


Fig. 7.10: Venta de VE en el mundo desde 2010-2016 [7.10]

Se puede observar como claramente el país con más VE es China debido a su gran magnitud, a continuación está EEUU superando los 150.000 en 2016 y a continuación siguen países del norte de Europa debido a su gran desarrollo tecnológico.

Las predicciones de futuro según diferentes gobiernos, indican que en 2020 se tendrá entre 9 y 20 millones de VE, mientras que en 2025 se llegará a los 70 millones como se refleja en la Fig. 7.11.



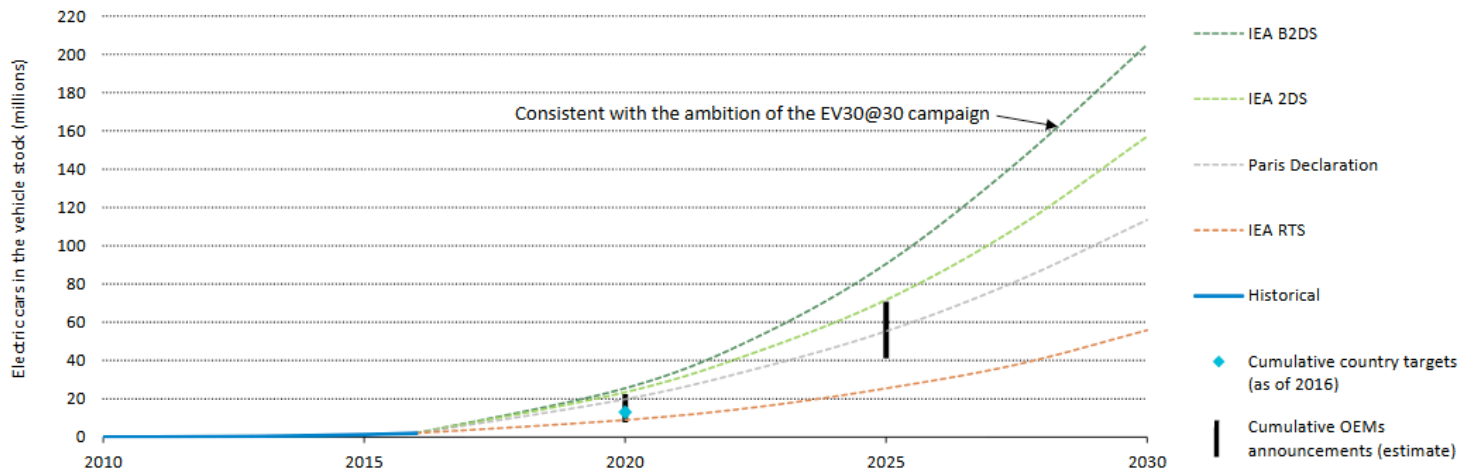
**Figure 2 • Deployment scenarios for the stock of electric cars to 2030**

Fig. 7.11: Predicción del desarrollo de los VE en 2030 [7.11]

### 7.6.2. Desarrollo nacional

Si nos centramos en España, aunque aun no forme parte de los países con más desarrollo en los VE, los datos demuestran que en 2016 y 2017 la venta de VE creció un 52,5% y un 82,7% respectivamente. Estas cifras, han sido posibles gracias a las medidas municipales tomadas por las grandes ciudades como Barcelona y Madrid.

En enero de este año, 2018, se ha vendido un total de 824 vehículos que funcionan con electricidad en España, de los cuales 485 eran VE puros y 339 PHEV, estos datos reflejan un crecimiento del 226% respecto el mes de enero de 2017.

Muchos de los VE existentes, forman parte de vehículos de empresas, los cuales en enero de este año aumentaron un 96% respecto el mismo mes del año pasado, siendo 46 matriculaciones en 2017 y 90 en 2018.

En el gráfico de la Fig. 7.12, se reflejan las ventas de VE ya sean BEV(eléctricos totales) o PHEV-EREV (híbridos) a lo largo de 2018.

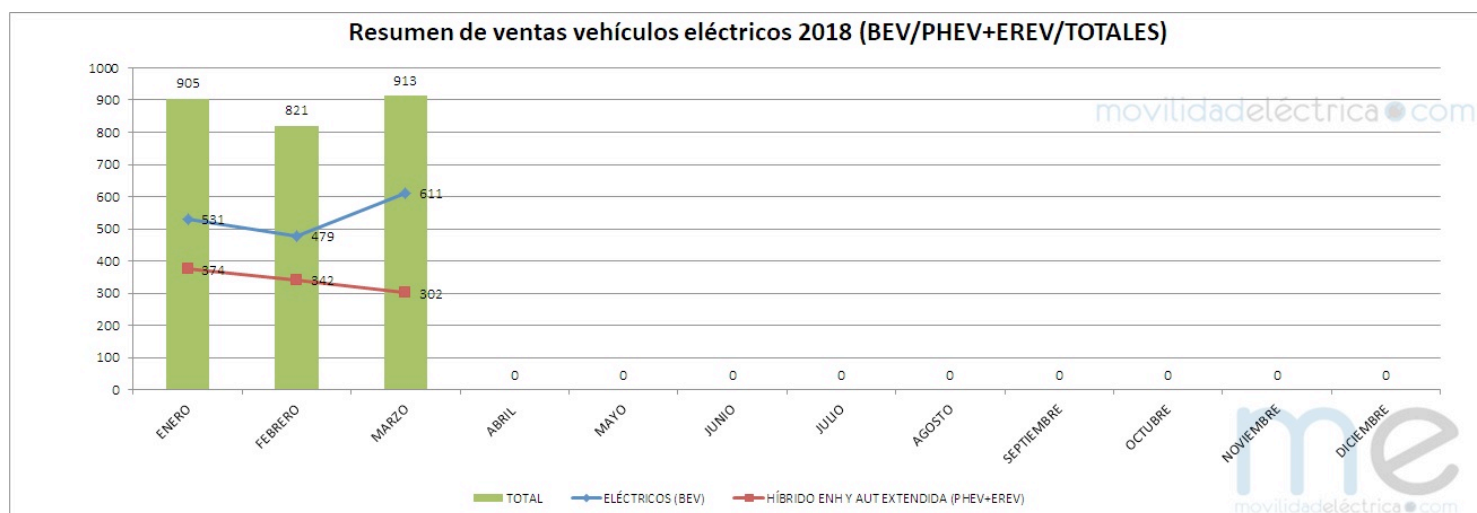


Fig. 7.12: Venta de VE en España 2018 [7.12]

A finales de 2017, el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad de España, previó que en 2020 habrá aproximadamente 110.000 VE en España, dato que triplica los números del 2017.

## **8. Aplicación**

### **8.1. Introducción**

Uno de los temas más estudiados hoy en día es el desarrollo de los vehículos. Continuamente están apareciendo nuevas mejoras e innovaciones tecnológicas en todos los sentidos: medio ambiental, aerodinámico, estético... pero tiene 4 trayectorias bien definidas: vehículo eléctrico, vehículo autónomo, vehículo conectado y por último vehículo compartido (o car sharing).

Cada una de dichas trayectorias ya está siendo estudiada y poco a poco implementada, de esta manera, aportan beneficios a los entornos urbanos como la reducción de la contaminación, reducción de atascos, etc.

Como se ha comentado, el car sharing es uno de los avances importantes en el sector automovilístico. Sin embargo, presenta diversos puntos débiles a la hora de implementarlo.

El principal objetivo de este estudio, es analizar esos puntos débiles, desde el punto de vista económico. Para ello se realizará un estudio sobre la viabilidad del CS en una ciudad, en concreto en Barcelona.

### **8.2. Estudio de viabilidad sobre la implantación del Car sharing en Barcelona**

Para hacer el estudio sobre la viabilidad de una posible implementación de un servicio de CS, se ha tenido que tener en cuenta varios aspectos:

El primero es el lugar de implementación del servicio. Se escoge la ciudad de Barcelona, ya que es una ciudad grande con mucho turismo y mucha contaminación. Por otro lado, es una de las pocas grandes ciudades del mundo en la cual el CS no está del todo implantado y una empresa podría tener una oportunidad en este sector.

Por otro lado, una vez escogida la ciudad, hay que pensar en los gastos que un CS supone para la empresa. Primero se necesita una importante inversión en una flota de automóviles, posiblemente eléctricos o híbridos, y buscar un seguro adecuado para ellos. También trabajadores junto con el alquiler de una pequeña oficina donde poder realizar el trabajo.

### 8.3. Estudio de la ubicación del Car sharing

Para poder implementar el servicio de CS en Barcelona, se necesita saber varios datos que ayuden a analizar la viabilidad de que Barcelona sea la ciudad adecuada para implementar el servicio.

#### 8.3.1. Recarga de los vehículos de la flota

Una de las principales características y condiciones del CS es que los clientes no son los encargados de la recarga de los vehículos. Al ser la propia empresa la encargada, para poder disponer de suficiente batería como para llegar a un punto de carga, es una norma que el cliente deje el vehículo con un mínimo del 20% de su capacidad.

En cuanto el vehículo tiene batería inferior al 20%, su uso queda restringido para usuarios y salta una notificación en la central de la empresa conforme hay que recargar el vehículo y su localización.

Existen dos opciones para realización de la recarga:

- Utilizar los puntos de recarga existentes en la ciudad: El número de puntos de carga públicos y gratuitos en Barcelona es de 450 y de estos 450, 125 son solo de motos y 17 de carga súper rápida. Los puntos de carga se encuentran distribuidos como se muestra en la Fig. 8.1. En las zonas de recarga de Barcelona, obteniendo previamente la tarjeta de vehículo eléctrico, la recarga es gratuita.
- Disponer de sus propios puntos de recarga en un parking alquilado. Haciendo un trato con la red de aparcamientos de Barcelona B:SM para poder disponer de lugar de estacionamiento durante todo el año las 24 horas del día, ofrecen 12 horas diarias de recarga y las 12 horas restantes de plaza normal. Esta tarifa tiene un coste de 132,87 €/mes por vehículo, y los enchufes de los que se dispone son de carga lenta (220-230 V) y tarda unas 6 horas en cargar un vehículo eléctrico convencional. En el caso de aceptar esta oferta, solo se alquilaría la mitad de plazas que de vehículos debido a que se supone que los coches estarán la mayoría de tiempo en uso.

Aunque la segunda opción es la más habitual, se ha optado inicialmente por la primera con el objetivo de reducir los gastos y se prevé en un futuro poder disponer de puntos de recarga propios o alquilados en un parking en función de cómo vaya el negocio.

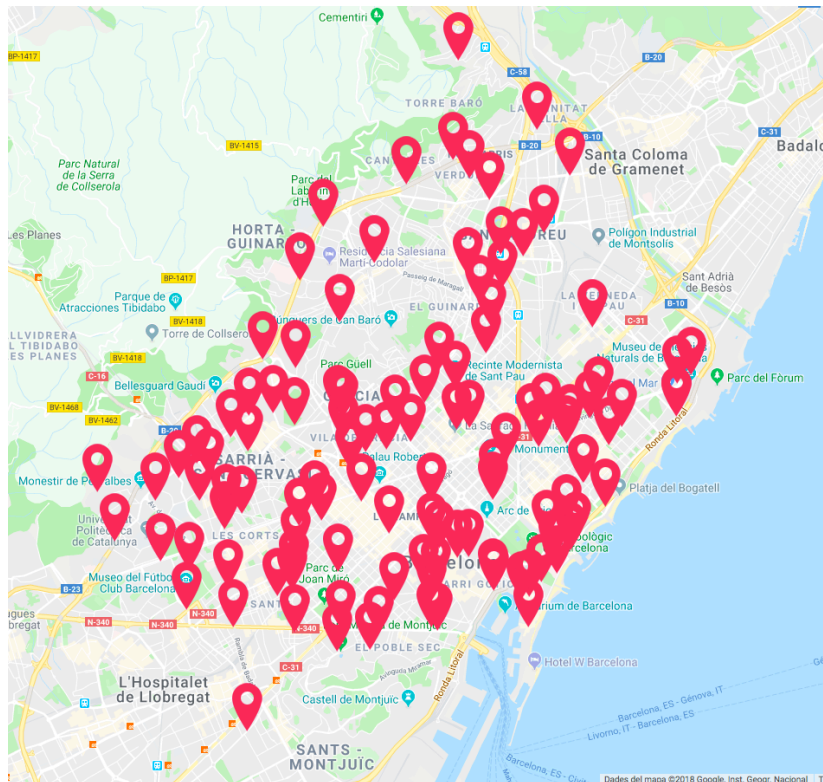


Fig. 8.1: Localización puntos de recarga en Barcelona [8.1]

### 8.3.2. Aparcamiento

Compañías de CS como car2go pagan 2.890\$ por coche para poder estacionar donde sea del distrito de Columbia. Sin embargo, en España, los vehículos eléctricos tienen muchos beneficios a diferencia de los vehículos de combustión. Algunos de ellos son el precio reducido en los peajes, poder circular por carril VAO y el más importante para el CS es la facilidad a la hora de aparcar.

En Barcelona, los vehículos eléctricos se benefician de las plazas de zona azul y zona verde sin coste alguno, por tanto no supone ningún problema para el cliente buscar sitio de aparcamiento.

### 8.4. Elección de vehículos

Para la elección del vehículo se ha realizado un estudio comparativo de los distintos modelos de automóviles eléctricos e híbridos disponibles en el mercado y que se adaptan mejor a las particularidades del CS. La Tabla 8.1 muestra el listado de estos vehículos.

Coche	Personas	Precio [€]	Empresa	Motor
<b>EQfortwo</b>	2	23.535	Car2Go	Eléctrico
<b>Toyota Yaris</b>	4	10.800		Híbrido
<b>Citroën C-ZERO</b>	4	18.990	Emov	Eléctrico
<b>Hyundai ioniq híbrido</b>	5	20.975	Avancar	Híbrido
<b>Hyundai ioniq eléctrico</b>	5	24.225		Eléctrico
<b>Renault ZOE</b>	5	20.350		Eléctrico
<b>Renault Twizy</b>	2	7.355		Eléctrico

Tabla 8.1: Comparación de vehículos

A partir de la lista anterior se ha seleccionado el vehículo en base a los siguientes criterios:

- Se descartan los vehículos de dos personas debido a que se puede dar más uso a un coche si pueden viajar 4 pasajeros. Se tiene en cuenta que una de las principales ventajas de un coche, en comparación con una moto, es la capacidad de transportar más de un pasajero.
- En segundo lugar, se descartan los vehículos híbridos debido a que es más complicado recargar un vehículo híbrido que un vehículo únicamente eléctrico. Esta complicación vendría de tener que repostar gasolina y electricidad, teniendo que ir a dos puntos de recarga diferentes para un mismo vehículo.

Por último, se descartan precios superiores a los 20.000 euros por vehículo.

Después de realizar un estudio de las diferentes características de los vehículos y aplicar los criterios anteriores, principalmente precio y número de pasajeros, se decide optar por el coche Citroën C-ZERO.

## 8.5. Número de potenciales clientes

Para escoger la cantidad de clientes que disfrutan este servicio de CS, se toma como referencia otras empresas que ofrecen el mismo servicio. En la Tabla 8.2. se muestran diferentes empresas y la cantidad de clientes que tienen en las diferentes ciudades. Para escoger el número de clientes que se supone que va a tener la nueva empresa, se coge como referencia las cifras de la Tabla 8.2. y se intenta plantear como objetivo llegar a un número de clientes equivalente en un



futuro de 3 o 4 años.

Empresa	Ciudad	Cientes	Edad de las empresas
Bluemove	Barcelona	100.000	2010
Car2Go	Madrid	196.000	Noviembre 2015
Emov	Madrid	160.000	2016
Car2Go	Berlín	223.000	Noviembre 2015
Car2Go	Hamburgo	184.000	Noviembre 2015
Car2Go	Roma	166.000	Noviembre 2015
Car2Go	Milán	170.000	Noviembre 2015
Car2Go	Viena	142.000	Noviembre 2015
Car2Go	Calgary	120.000	Noviembre 2015
Car2Go	Renania	117.000	Noviembre 2015

Tabla 8.2: Clientes de CS

Por otro lado, los clientes se van dando de alta a lo largo de los meses, por tanto, también hace falta ver su evolución a lo largo de los meses.

Cogiendo como referencia Madrid, el número de clientes en Barcelona será aproximadamente la mitad que en la capital ya que Madrid tiene casi el doble de habitantes que Barcelona. Según datos de tres empresas de Madrid, el número de usuarios creció exponencialmente los primeros meses:

- Car2go 150.000 usuarios antes de cumplir un año
- Emov 100.000 usuarios en los 100 primeros días (3 meses)
- Zity 50.000 usuarios en un mes

Por tanto en Barcelona se podría predecir que la nueva empresa sufrirá un aumento progresivo de clientes empezando por 70.000 el primer año y aumentando a lo largo de los años siguientes hasta estabilizarse en 180.000 clientes en 2022 como muestra la Tabla 8.3.

Año	2018	2019	2020	2021	2022
Clientes	70.000	100.000	130.000	160.000	180.000

Tabla 8.3: Evolución del número de clientes

## 8.6. Costes

### 8.6.1. Selección de número de vehículos

Para realizar la selección de números de vehículos se ha tenido en cuenta principalmente los datos de Madrid. Madrid actualmente es la ciudad española con más vehículos de CS.

Para ello, tal como se muestra en la Tabla 8.4, se busca la cantidad de vehículos de los que disponen tres empresas en Madrid (Zity, Bluemove, Car2go) y se hace la media de vehículos. A continuación se compara con la cantidad de habitantes de cada ciudad y se obtiene el número de vehículos previsto para la futura empresa.

A partir del resultado anterior, para concretar la cifra final de vehículos, se ha tenido en cuenta que la cantidad de vehículos mostrada en la tabla no corresponde a la primera inversión realizada por las empresas, es decir, dichas empresas se iniciaron con un número menor de vehículos que han ido aumentando progresivamente hasta llegar a esos valores. También, se debe tener en cuenta que el CS en Madrid lleva más años que en Barcelona y, por eso, la gente está más familiarizada con el servicio.

Ciudad	Vehículos	Habitantes	Empresa
	500		Zity
	450		Bluemove
<b>Madrid</b>	500	3182981	car2go
Media	483		
<b>Barcelona</b>	246	1620809	Empresa Nueva

Tabla 8.4: Cifras de clientes

Por todo lo anterior y teniendo como referencia la cifra de 246 vehículos para Barcelona en el plazo de 3 años, se decide adquirir inicialmente unos 100 vehículos e irlos aumentando progresivamente en un futuro y de acuerdo con el posible crecimiento de la demanda.

#### - **Precio del vehículo**

Para hacer un cálculo del vehículo, se tiene como referencia el caso de car2go. Esta empresa obtuvo 500 vehículos por el precio de 6.000.000€.

El precio del coche Smart fortwo es 20.000 €, y la empresa car2go los obtuvo por 12.000€.

Esta rebaja es de un 40% y es debida a la gran cantidad de vehículos comprados, también se debe a la propaganda que hacen 500 Smarts eléctricos circulando por la ciudad.

Si aplicamos un descuento inferior del 30% (menor que el aplicado a los Smart) al Citroën C-ZERO, pasamos de tener un coche del precio de 18.990€ a tenerlo por 13.293 €/vehículo.

#### **CÁLCULOS**

$$\text{Precio coche} = (1 - 0,3) * 18.990 = 13.293 \text{ €/vehículo}$$

#### - **Plan VEA (Vehículos de energías alternativas)**

España está intentando facilitar el avance de las nuevas tecnologías y ayuda para el medio ambiente, a consecuencia de eso, crea planes de ayuda para vehículos que usen energías alternativas.

En 2018 se ha puesto en marcha un plan de ayuda del gobierno en el que ayudarán económicamente a las personas que quieran comprar vehículos eléctricos. Anteriormente, ya se había puesto en marcha el plan MOVEA el cual recogía ayudas de hasta 5.500€ por la compra de un vehículo eléctrico.

Aun no hay datos concretos sobre la subvención por coche que se va a realizar, pero todo apunta que será la misma que el plan MOVEA.

Como no se puede asegurar que el Citroën C-ZERO reciba un beneficio de 5.500 €, se harán los cálculos con un descuento de 4.500 €/vehículo.

#### - **Autonomía + Precio de carga**

La autonomía del Citroën C-ZERO son 150 Km, dato que se tendría que tener en cuenta a

la hora de calcular cuántas veces hay que recargar el vehículo. Al haber escogido recargarlo en la calle y gracias a las facilidades que el ayuntamiento de Barcelona facilita, la recarga es gratuita.

Por otro lado, si se decidiera escoger la opción del parking B:SM, el precio de la recarga estaría incluido en el precio del aparcamiento.

### 8.6.2. Seguro de coche

En la Tabla 8.5 , se comparan diferentes seguros para el Citroën C-ZERO.

Terceros	Terceros ampliado	Todo riesgo con franquicia	Todo riesgo
129,31 €	132,25€	237,73 €	483,69 €

Tabla 8.5: Comparación de seguros

A partir de esa información, se escoge el seguro a todo riesgo con franquicia ya que una de las principales condiciones de toda empresa de CS es el seguro con franquicia. Es decir, que en caso de accidente, los primeros 500 € los paga el cliente.

Por tanto se decide coger el seguro todo riesgo con franquicia por 237,73€/año.

### 8.6.3. Trabajadores

Muchas de las empresas de vehículos compartidos, empiezan siendo Startups donde se contrata a pocos empleados y poco a poco va aumentando el número de trabajadores junto con el tamaño de la empresa.

Se han buscado dos perfiles de trabajadores:

- Administrativos. Serán los encargados de la distribución y gestión de los vehículos y clientes. Estos tendrán un salario de 7 €/hora y trabajarán a jornada completa. Se decide contratar a 4 personas.
- Técnicos de mantenimiento. Estos serán los encargados de reparar los coches, limpiarlos y llevarlos a recargar. El número de trabajadores contratado serán 7 con un sueldo de 5 €/hora. El horario de trabajo es el mismo que los trabajadores de la oficina.

Los bajos salarios se deben a que la empresa está en crecimiento y es una Startup, en cuanto la empresa vaya creciendo, se irían modificando dichos salarios.

El coste total de los trabajadores es de 4480 €/mes para los administrativos y 5600 €/mes para los técnicos.

#### **8.6.4. Alquiler de local**

Se ha realizado un estudio de mercado de diferentes oficinas en Barcelona donde poder implementar la empresa y trabajar. Se ha encontrado locales por el precio de 60 €/mes.

#### **8.6.5. Limpieza del vehículo**

Al haber decidido que los vehículos se recargarán en los puntos de carga de Barcelona, se decide tener que buscar un centro para poder limpiar el vehículo. Al no ser vehículos de gran tamaño se decide limpiarlos dos veces al mes.

Se decide hacer un trato con una empresa la cual tiene un coste por el lavado exterior de 2€ y el interior 1 €. Al realizarse dos veces al mes por vehículo, sería un precio total de 6€/mes\*coche. Negociando se llega al trato de 4€/mes\*coche.

### **8.7. Beneficios**

Los beneficios de la empresa vendrán directamente de los clientes y se divide en dos tipos de pago:

- Pago por darse de alta: El precio por darse de alta es de 10€/cliente, comparando con otras empresas es 1 € más caro, pero no se descarta reducirlo en unos años si el negocio va bien.
- Uso de vehículo: Se decide ver el precio de otras empresas del sector y se encuentran los datos siguientes:
  - Zity 0,21€/min
  - Emov 0,24 €/min
  - Car2Go 0,21€/min
  - Bluemove 2€/h

Se decide, finalmente, poner un precio de 0,27 €/min. Aunque el precio vuelva a ser superior al resto, no es de gran importancia ya que, de las empresas anteriores, en Barcelona, solo se encuentra Bluemove, y muestra los precios de manera diferente.

La media de uso por usuario esta en 20 minutos/usuario, el problema es que no se sabe la frecuencia con la que realizan los 20 minutos. Por otro lado se ha contactado con la empresa Avancar, los cuales han facilitado el dato de las 12 horas diarias de circulación por vehículo.

Al determinar que la media de horas que circula cada vehículo y saber que el precio por minuto es de 0,27 € /min, cada coche tiene un beneficio de 194,4 € /día\*coche.

## CALCULOS

Tiempo de uso-> 12h/día =720min/día

Beneficio por coche y por día-> 720min/día \*0,27 €/min =194,4 € /día\*coche

## 8.8. Análisis económico

### 8.8.1. Análisis mediante las 5 fuerzas de Porter

El análisis mediante las 5 fuerzas de Porter es un modelo de gestión empresarial que permite a una empresa conocer la competencia que tiene en un sector.

El modelo de Porter asume que hay cinco fuerzas importantes que determinan el poder competitivo de nuestra organización:

- Poder de negociación con el cliente: En el caso del servicio que se pretende ofrecer, en Barcelona no hay grandes competidores. En el caso de querer usar más este tipo de servicio, el cliente se tendría que trasladar a Madrid, caso bastante improbable, por tanto, el poder de negociación con el cliente será casi inexistente.
- Poder de negociación con el proveedor: El Vehículo que se utiliza es Citroën C-ZERO, el cual ya está en uso por la empresa de CS Emov. Esta empresa no se encuentra situada en Barcelona por lo que a Citroën también le interesa la propaganda de su nuevo vehículo eléctrico en Barcelona.
- Amenaza de servicios sustitutos: En Barcelona actualmente solo funciona Avancar y Bluemove, los cuales no ofrecen directamente el mismo servicio. Por otro lado, hay que tener en cuenta el servicio de motos eléctricas y las bicicletas (Bicing). En el caso de las bicicletas, la nueva empresa ofrece un servicio totalmente diferente, pudiendo desplazarte distancias mucho mayores y aparcando el coche en cualquier lugar. Si se compara con el servicio de alquiler de motos, es más parecido, aunque los coches ofrecen prestaciones que no ofrece una moto (4 plazas, calefacción, más seguridad...).
- Amenaza de nuevos competidores: Actualmente en España ya hay muchas empresas de car sharing las cuales están creciendo de manera continua. Algunos ejemplos de compañías que se están expandiendo rápidamente y aun no han llegado a Barcelona son



Car2go, Emov y Zity.

- Rivalidad entre los competidores existentes: La situación de mercado actual es bastante buena ya que el servicio de CS en España es bastante nuevo y se está desarrollando con más facilidad en Madrid que en Barcelona, por lo tanto, las empresas actuales están situadas en la capital.

### 8.8.2. Cálculo del VAN

El Valor Actual Neto (VAN) es un indicador financiero que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer la viabilidad de un proyecto. El cálculo del VAN se basa en el hecho de que el valor del dinero cambia con el paso del tiempo. Para ello se emplea una tasa de descuento, que se suele considerar la inflación o el costo de un préstamo.

Hay tres posibilidades de resultado:

- $VAN < 0$  el proyecto no es rentable.
- $VAN = 0$  el proyecto es rentable.
- $VAN > 0$  el proyecto es rentable.

#### Procedimiento

La fórmula para el cálculo del VAN es la siguiente:

$V_t$  representa los flujos de caja en el periodo  $t$

$I_0$  es el valor del desembolso inicial de la inversión

$n$  es el número de periodos considerados

$i$  es el tipo de interés

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+i)^t} - I_0$$

- Datos:

Los datos se encuentran resumidos en la Tabla 8.6, donde aparece de dónde sale cada gasto e ingreso.

El cálculo se quiere realizar en los próximos 4 años, por lo que se cogen los ingresos y pagos desde 2018 hasta 2021. ( $n=4$ )

Aunque el IPC en España ha ido variando a lo largo de 2018, se coge como referencia para hacer el cálculo el acumulado de todo el año, es decir, 0,8% ( $i = 0.008$ ).

También se ha considerado hacer una inversión de 50.000 € ( $I_0=50.000$  €).

Por último, el flujo se calcula sumando los gastos y beneficios de ese mismo año (ver Tabla 8.6),

$$V_1 = -190.233$$

$$V_2 = 180.067$$

$$V_3 = -382.583$$

$$V_4 = 436.368$$

- Aplicando la fórmula:

$$\begin{aligned} VAN &= -50.000 + \frac{-190.233}{(1 + 0,008)} + \frac{180.067}{(1 + 0,008)^2} + \frac{-382.583}{(1 + 0,008)^3} \\ &\quad + \frac{436.368}{(1 + 0,008)^4} = -12370 < 0 \text{ No rentable} \end{aligned}$$

Sin embargo, si se hace el cálculo a 5 años en lugar de a 4, añadimos  $V_5=166.368$ .

$$\begin{aligned} VAN &= -50.000 + \frac{-190.233}{(1 + 0,008)} + \frac{180.067}{(1 + 0,008)^2} + \frac{-382.583}{(1 + 0,008)^3} + \frac{436.368}{(1 + 0,008)^4} \\ &\quad + \frac{166.368}{(1 + 0,008)^5} = 147.500 > 0 \text{ Rentable} \end{aligned}$$

Con este cálculo se llega a la conclusión que el negocio sale económicamente rentable a partir de los 5 años, ya que el VAN a los 4 años sale negativo, signo de no rentabilidad.

A partir del año 2022, el negocio empezaría a ganar dinero y a compensar su inversión inicial de 50.000 €.

### 8.8.3. Cálculo de la TIR

La Tasa Interna de Retorno (TIR), permite saber si es viable invertir en un determinado negocio. La TIR es un porcentaje que mide la viabilidad de un proyecto o empresa, determinando la rentabilidad de los cobros y pagos actualizados generados por una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.

- La fórmula para el cálculo del TIR es la siguiente:

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Donde cada incógnita representa lo mismo que en el apartado anterior.

- Datos:

Los datos para este apartado son los mismos que para el apartado anterior, reflejados en la Tabla 8.6.

- Aplicando la fórmula:

$$0 = -50.000 + \frac{-190.233}{(1+i)} + \frac{100.067}{(1+i)^2} + \frac{-382.503}{(1+i)^3} + \frac{436.368}{(1+i)^4}$$

Resolviendo la ecuación anterior, da una  $i=-1\%$ . Como ya indicaba anteriormente el VAN, a los cuatro años no es rentable el proyecto. Este valor de TIR indica que hay una pérdida del 1% al pasar los 4 años.

$$0 = -50.000 + \frac{-190.233}{(1+i)} + \frac{100.067}{(1+i)^2} + \frac{-382.503}{(1+i)^3} + \frac{436.368}{(1+i)^4} + \frac{166.368}{(1+0,000)^5}$$

Resolviendo esta ecuación, da un resultado de  $i=0,15$  es decir un 15%.

Este valor de TIR,  $i=15\%$ , indica que se tendrán unos beneficios del 15%, como indicaba anteriormente el VAN, a los 5 años el proyecto ya es rentable.

VEHÍCULOS	100	100	250	250	250
AÑO	2018	2019	2020	2021	2022
Costes vehículos	-1.320.300	0	-1.993.950	0	0
Plan VEA	450000	0	675000	0	0
Seguro	23773	23773	59433	59433	59433
Aparcamiento	0	0	0	0	0
Limpieza	4800	4800	12000	12000	12000
Empleados oficina	4480	4480	4480	4480	4480
Empleados calle	5600	5600	5600	5600	5600
Oficina	720	720	720	720	720
TOTAL costes	39373	39373	82233	82233	82233
TOTAL (-)	-39373	-39373	-82233	-82233	-82233
Clientes	70.000	100.000	130.000	160.000	180.000
Ingresos matriculación	700000	200000	970000	470000	200000
Ingresos usuarios	19440	19440	48600	48600	48600
TOTAL ingresos	719440	219440	1018600	518600	248600
TOTAL	-190.233	180.067	-382.583	436.368	166.368

Tabla 8.6: Datos para cálculo del VAN y TIR

## 9. Presupuesto

Se presenta el presupuesto correspondiente a toda la investigación que ha habido detrás del estudio del car sharing, investigación de las tendencias del mercado y cómo sería implementar el car sharing en Barcelona.

En el presupuesto se incluyen varios aspectos:

- Se considera que el proyecto ha sido realizado por un ingeniero en prácticas, por eso, el precio por hora es más reducido que el precio real de un ingeniero. Este precio incluye las horas de trabajo además de la comida, establecimiento y ordenador del propio ingeniero. Las horas trabajadas son 15 horas semanales, 4 semanas al mes y 4 meses de trabajo.
- En el gasto de trayectos, se incluyen varios trayectos que ha tenido que realizar el ingeniero en prácticas para poder consultar con especialistas del sector. Ha tenido que realizar 4 trayectos de 10,04 € el trayecto.
- A parte del precio del trayecto, también se incluye la amortización del vehículo los viajes realizados y por haber tenido que disponer de vehículo propio. En este precio también está incluido el transporte al trabajo. Precio adicional de 30 €.

Al realizar el presupuesto, da un precio final de 9.070,16 €, lo que se acaba redondeando a 9.080 € por el proyecto realizado. En la Tabla 9.1, se resumen los gastos del presupuesto.

Concepto	Cantidad de Unidades	[unidades]	€/unidad	Precio[€]
Ingeniero	200	horas	45	9.000
Trayectos	4	trayectos	10,04	40,16
Gasto de vehículo				30
Suma				9.070,16
Coste total				9.080

Tabla 9.1: Gastos del presupuesto

## 10. Impacto ambiental

En el caso del impacto ambiental, tendría sentido hacerlo si se estudiara el desarrollo de algunos de los aspectos relacionados con el trabajo realizado como por ejemplo, car sharing, vehículo eléctrico... Al ser un estudio que se ha realizado de manera teórica, el impacto ambiental solo se ve afectado, mínimamente, por la electricidad consumida por el ordenador.

En el caso de que se implementara de manera real alguno de los cuatro avances, el impacto ambiental sería para bien y en todos sería más o menos el mismo, comentados en las ventajas de los diferentes apartados.

- Reducción de ruido: por la reducción de vehículos en la ciudad y por el cambio de motores de combustión a eléctricos.
- Reducción de contaminación: debido a la reducción de coches, cambio de motores combustión a eléctricos, optimización de la conducción gracias a las conexiones V2X y vehículos autónomos.
- Aumento de la seguridad vial: por la reducción de vehículos, las conexiones V2X y la automatización de los vehículos.

Sin embargo, como el trabajo se ha contemplado como una presentación del estado del arte actual y futuro de los vehículos en realidad no se considera necesario hacer el estudio extendido del impacto ya que no se ha usado ningún recurso medioambiental para el estudio del trabajo.



## 11. Conclusión

Todos los apartados desarrollados influyen considerablemente en el vehículo del futuro o Robotaxi. Aunque cada uno aporte algo diferente al vehículo, la mayoría de objetivos son iguales o similares.

En primer lugar el vehículo conectado se ha desglosado en dos partes. Estas aportan placer a la hora de la conducción facilitando rutas, llamadas... Mientras que la segunda, afecta más a las conexiones con el exterior del vehículo, ya sea mediante conexiones V2P, V2V o V2I y en un futuro no muy lejano influirán más en el vehículo autónomo, pudiendo detectar otros vehículos, infraestructuras y personas. Esta parte está menos desarrollada actualmente aunque ya tiene muchos avances.

La autonomía es otro de los aspectos importantes del Robotaxi o vehículo del futuro. Esta se divide en 6 grados desde el vehículo menos desarrollado en este aspecto al vehículo totalmente autónomo. Hoy en día, los vehículos tienen muchos accesorios que ayudan a hacerlo un poco más autónomo como son el control crucero, asistente de aparcamiento automático, Pilot Assist... las cuales facilitan la conducción.

El tercer componente del Robotaxi es el vehículo compartido. Al tener tantas tecnologías que avanzan de manera exponencial, los vehículos, al menos al principio, también subirán sus precios y mucha gente no se lo podrá permitir. Por otro lado, cada vez existen más cantidad de vehículos lo que conlleva la congestión de ciudades y el aumento de la contaminación. Al tener vehículos compartidos, disminuirá el precio a pagar por el transporte rápido y eficiente además de hacer que, al haber menos vehículos, la disponibilidad de aparcamiento sea mayor. En el estudio, también se ha incluido una comparación de gastos entre un CS y un vehículo propio el cual concluye que por debajo de los 15.000 km/año sale más económico el uso de CS.

Por último, están los vehículos que funcionan por electricidad. Estos pueden ser híbridos o totalmente eléctricos. Una de las principales ventajas que se ha destacado es el gran aumento de la eficiencia del motor, de esta manera el consumo disminuye. Por el contrario actualmente los VEs son más caros que los VC, tiene una autonomía mucho menor y disponen de menos puntos de recarga. Además dicha carga está condicionada por su tiempo de duración. Estos últimos aspectos son los más críticos para el desarrollo definitivo de los VEs y deberán ser solucionados en un futuro: VEs con mayor autonomía, con más puntos de recarga y una recarga más rápida.

Juntando todas las ventajas que estas cuatro partes aportan al vehículo, se llega al modelo del llamado Robotaxi. Este vehículo, gracias a sus conexiones con el exterior, llegará a ser completamente autónomo. También influirá en la reducción de la contaminación gracias a ser

vehículos compartidos y totalmente eléctricos. Esta última característica también ayuda al aumento de la eficiencia del vehículo, haciendo del coche un vehículo con aproximadamente 90-95% de rendimiento.

### **Conclusión del estudio**

A partir del estudio realizado anteriormente, se puede llegar a la conclusión que aunque el car sharing sea parte del futuro de los vehículos, aún no está lo suficientemente desarrollado como para ser rentable a pocos años.

Uno de los principales problemas, es el poco desarrollo del coche eléctrico. Su baja autonomía hace que los trayectos tengan que ser reducidos, mientras que su alto coste debido al corto avance de su tecnología, hace que el precio de un vehículo sea demasiado elevado.

Se ha podido apreciar como los costes venían causados, en su mayoría por el coste de adquisición del vehículo y el seguro que hay que tener para ello. Otro coste, no tenido en cuenta en el trabajo, es el alquiler de local para los coches de CS donde las empresas de CS hacen la recarga y limpieza del vehículo.

Por otro lado, es indudable que tiene muchos beneficios urbanos como la reducción de la contaminación del aire, ser silenciosos, la facilidad de aparcamiento debido a su reducido tamaño, y la gran reducción de vehículos.

En resumen se llega a la conclusión que es un sistema o servicio con mucho potencial y mucho futuro que acabarán de hacerse un hueco en las ciudades cuando las tecnologías que acompañan al CS estén más desarrolladas.

## Bibliografía

### Referencias bibliográficas de las imágenes

- [4.1] <https://www.opel.es/onstar/myonstar.html>
- [4.2] <https://www.apple.com/ios/carplay/>
- [4.3] <https://www.android.com/auto/>
- [4.4] Fuente: <http://www.volkswagen.co.uk/owners/volkswagen-connect>
- [4.5] [https://www.researchgate.net/figure/ITS-V2X-communications\\_fig1\\_279765559](https://www.researchgate.net/figure/ITS-V2X-communications_fig1_279765559)
- [4.6] [https://www.elconfidencialdigital.com/la\\_buena\\_vida/motor/invento-reducir-accidentes-indentificacion-GPS\\_0\\_2448355167.html](https://www.elconfidencialdigital.com/la_buena_vida/motor/invento-reducir-accidentes-indentificacion-GPS_0_2448355167.html)
- [4.7] <https://disruptive.asia/v2x-lte-australia-trial/>
- [4.8] <https://www.motorpasion.com/tecnologia/control-crucero-adaptativo-acc>
- [4.9] <https://www.car-2-car.org/index.php?id=5>
- [5.1] <https://www.race.es/motor/tecnologia/coches-autonomos-carrera-autonomia-total>
- [5.2] <https://www.lowcostparking.es/blog/como-funiona-el-asistente-de-aparcamiento-de-un-coche/>
- [5.3] <https://www.hoymotor.com/bosch-sistema-vision-nocturna-para-coches/>
- [5.4] <https://www.diarimotor.com/2014/12/11/alerta-cambio-involuntario-carril/>
- [5.5] <https://noticias.coches.com/noticias-motor/dru-robot-repartidor-de-pizza/205996>
- [5.6] <http://www.marca.com/motor/modeloscoches/2017/08/29/59a57905468aebaa4d8b45be.html>
- [5.7] <http://soymotor.com/coches/noticias/nutonomy-opera-con-taxis-autonomos-en-singapur-924088>
- [5.8] <https://motor.elpais.com/tecnologia/las-patrullas-policia-seran-autonomas-segun-ford/>
- [5.9] <https://programafacil.com/podcast/coche-autonomo-estado-del-arte/>
- [5.10] <https://www.autocasion.com/actualidad/pruebas/prueba-del-mercedes-clase-e-220d-2016>
- [5.11] [https://www.tesla.com/es\\_ES/autopilot](https://www.tesla.com/es_ES/autopilot)
- [5.12] <https://hipertextual.com/2017/07/audi-a8>
- [5.13] <https://sites.google.com/site/fgtce0407tgi/requerimientos-para-que-los-vehiculos-autonomos-funci>
- [5.14] <http://www.motoryracing.com/coches/noticias/la-historia-del-vehiculo-autonomo-y-el-future-bus/>
- [5.15] [5.16] <https://waymo.com>
- [5.17] <http://www.discover-sedric.com/en/>
- [5.18] <https://www.20minutos.es/noticia/2978390/0/sedric-coche-autonomo-volkswagen/>
- [5.19] <https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/design/smart/concept-cars-smart/smart-vision-eq-fortwo-urban-lifestyle-of-the-future/>
- [5.20] Imagen del EQ fortwo del MWC 2018
- [5.21] <http://www.autopista.es/noticias-motor/articulo/sistemas-frenada-emergencia-ciudad-coches-examen>
- [5.22] <http://www.autopista.es/noticias-motor/articulo/sistemas-frenada-emergencia-ciudad-coches->

examen

[5.23] McKinsey: Automotive revolution- persèctive towards 2030

[5.24] <http://www.faconauto.com/los-vehiculos-autonomos-aportaran-17-billones-de-euros-al-pib-europeo/>

[6.1] <https://chargedevs.com/newswire/electric-car-sharing-takes-off-in-paris-stalls-in-berlin/>

[6.2] <https://www.drivy.es>

[6.3] <https://www.carsharevt.org>

[6.4] <http://www.fundaciomobilitatsostenible.org/mimg/momo/es/fs10.pdf>

[6.5] McKinsey: Automotive revolution- persèctive towards 2030

[6.6] Anàlisis de Deloitte

[6.7] [http://carsharing.es/wp-content/uploads/2016/02/5044\\_CarSharing-0.jpg](http://carsharing.es/wp-content/uploads/2016/02/5044_CarSharing-0.jpg)

[6.8] <http://www.aecarsharing.es/images/publicaciones/Presentacion%20Congreso%20Diputados.%203.06.2015>

[7.1] [https://www.iberdrola.com/wcorp/gc/prod/es\\_ES/sostenibilidad/docs/Vehiculo\\_tipologia\\_caracteristicas.pdf](https://www.iberdrola.com/wcorp/gc/prod/es_ES/sostenibilidad/docs/Vehiculo_tipologia_caracteristicas.pdf)

[7.2] <http://www.peugeot.es/que-es-un-coche-electrico.html>

[7.3] [http://www.aficionadosalamecanica.com/coche-electrico\\_bateria.htm](http://www.aficionadosalamecanica.com/coche-electrico_bateria.htm)

[7.4] <https://www.km77.com/coches/think/city/2009/estandar/informacion>

[7.5] <http://www.elmundo.es/economia/2015/10/07/561535b846163f0a4b8b4692.html>

[7.6] <http://forococheelectricos.com/2011/11/motor-electrico-versus-motor-de.htm>

[7.7] <http://forococheelectricos.com/2011/11/motor-electrico-versus-motor-de.html>

[7.8] <https://corrienteelectrica.renault.es/las-emisiones-del-vehiculo-electrico-frente-al-de-combustible/>

[7.9] <https://corrienteelectrica.renault.es/las-emisiones-del-vehiculo-electrico-frente-al-de-combustible/>

[7.10] <https://corrienteelectrica.renault.es/8-datos-nos-muestran-la-evolucion-del-mercado-del-coche-electrico-dia-hoy/>

[7.11] <https://corrienteelectrica.renault.es/8-datos-nos-muestran-la-evolucion-del-mercado-del-coche-electrico-dia-hoy/>

[7.12] <https://movilidadelectrica.com/documentos/ventas/resumenventas18.jpg>

[8.1] [http://guia.barcelona.cat/ca/llistat?tipuscerca=directoris&c=000010?011059\\*&nr=300](http://guia.barcelona.cat/ca/llistat?tipuscerca=directoris&c=000010?011059*&nr=300)

## **Referencias bibliográficas de la información**

### **GENERALES**

Gobierno de España: Agenda Sectorial de la Industria de Automoción

EUCAR: The Automotive Industry Focus on the Future R&D Challenges

McKinsey: Automotive revolution- persèctive towards 2030

pwc: Connected Car Report 2016

Qualcom: Leading the world to 5G: Cellular Vehicle-to-Everything (C-V2X) technologies

[WEB] link: <http://www.investinspain.org/invest/es/sectores/automocion/descripcion/index.html>

pwc: Temas candentes de la industria del automóvil en España

KPMG: Global Automotive Executive Survey 2017

Oil market futures: A más vehículos eléctricos y híbridos, más dinero para nuestra economía

Deloitte: El future de la movilidad

### **COCHE CONECTADO**

#### **Introducción**

[WEB] link: <http://www.tnsglobal.es/connectedcar>

[WEB] link: <http://www.autoconnectedcar.com/definition-of-connected-car-what-is-the-connected-car-defined/>

[WEB] link: <http://www.highmotor.com/opel-onstar-que-es-como-funciona-cuanto-cuesta.html>

[WEB] link: [http://volkswagen-carnet.com/es/es/start/app-overview/security-service/sas\\_vehicleconditionreport.html#tab/open/344c76e8-81af-40b2-beba-6de690bc55a0](http://volkswagen-carnet.com/es/es/start/app-overview/security-service/sas_vehicleconditionreport.html#tab/open/344c76e8-81af-40b2-beba-6de690bc55a0)

[WEB] link: <http://blog.everis.com/?p=5603>

[WEB] link: <https://carbiketech.com/vehicle-to-vehicle-v2v-communication/>

#### **¿Cómo conectar el Smartphone al coche?**

##### **Smartphone Integrativa**

[WEB] link: [http://www.seat.es/coches-seat/conectados.html?seacmp=20\\_NONBRAND\\_Car-Type\\_Exact:GOOGLE:Connected:coches+conectados:NA:NA&dns=true&gclid=Cj0KCQiAwp\\_UBRD7ARIsAMi e3XbTwnxwS3CzufeJUsrXZ4AT0U\\_ww6p-K0gA3AUp2tqucYjb00YpfTYaAqeIEALw\\_wcB&gclsrc=aw.ds](http://www.seat.es/coches-seat/conectados.html?seacmp=20_NONBRAND_Car-Type_Exact:GOOGLE:Connected:coches+conectados:NA:NA&dns=true&gclid=Cj0KCQiAwp_UBRD7ARIsAMi e3XbTwnxwS3CzufeJUsrXZ4AT0U_ww6p-K0gA3AUp2tqucYjb00YpfTYaAqeIEALw_wcB&gclsrc=aw.ds)

[WEB] link: <https://www.mycoyote.es/blog/servicios-navegacion/posibilidades-coches-conectados/>

[WEB] link: <http://www.seat.es/coches/tecnologia-coche-conectado/mirrorlink.html>

[WEB] link: <https://mirrorlink.com>

[WEB] link: <http://www.seat.es/coches/tecnologia-coche-conectado/android-auto.html>

[WEB] link: <https://www.android.com/auto/>

[WEB] link: <https://www.volvocars.com/intl/own/connectivity/smartphone-integration/android-auto>

[WEB] link: <http://www.seat.es/coches/tecnologia-coche-conectado/apple-carplay.html>

[WEB] link: <https://www.apple.com/ios/carplay/>

[WEB] link: <https://www.volvocars.com/intl/own/connectivity/smartphone-integration/apple-carplay>

##### **Data Plug/Dongle**

[WEB] link: <http://www.volkswagen.co.uk/owners/volkswagen-connect>

[WEB] link: <http://vwconnect.volkswagen.es/como-conectarlo.php>

[WEB] link: <https://www.youtube.com/watch?v=zPGxCwzFWGM>

### **Sistema embebido**

[WEB] link: <https://www.itworld.com/article/2833253/consumerization/android-os-as-an-embedded-platform.html>

[WEB] link:

<http://www.os.catacamas.net/Sistemas%20integrados/sistemas%20operativos%20integrados.html>

[WEB] link: <https://stanfy.com/blog/pros-and-cons-of-using-embedded-android-for-a-non-mobile-device/>

[WEB] link: <https://android-developers.googleblog.com/2015/05/android-design-support-library.html>

### **V2X**

[WEB] link: <https://www.car-2-car.org/index.php?id=9>

[WEB] link: <https://www.car-2-car.org/index.php?id=8>

[WEB] link: <https://www.extremetech.com/extreme/176093-v2v-what-are-vehicle-to-vehicle-communications-and-how-does-it-work>

[WEB] link: <https://www.theverge.com/2016/12/13/13936342/wireless-vehicle-to-vehicle-communication-v2v-v2i-dot-nhtsa>

[WEB] link: [https://www.elconfidencialdigital.com/la\\_buena\\_vida/motor/invento-reducir-accidentes-indentificacion-GPS\\_0\\_2448355167.html](https://www.elconfidencialdigital.com/la_buena_vida/motor/invento-reducir-accidentes-indentificacion-GPS_0_2448355167.html)

[WEB] link: <https://carbiketech.com/vehicle-to-vehicle-v2v-communication/>

[WEB] link: [https://www.motorauthority.com/news/1079974\\_volvo-outlines-benefits-of-car-2-car-communication#image=100406476](https://www.motorauthority.com/news/1079974_volvo-outlines-benefits-of-car-2-car-communication#image=100406476)

### **Enfoque técnico**

[WEB] link:

[https://vector.com/vi\\_canoe\\_car2x\\_de.html?gclid=Cj0KCQiAq6\\_UBRCEARIsAHyrgUy77\\_SHAPwFULROY1rE0rz40stabo0FDvtYgyYfaEo2JpPzrtkynJYaAvs2EALw\\_wcB](https://vector.com/vi_canoe_car2x_de.html?gclid=Cj0KCQiAq6_UBRCEARIsAHyrgUy77_SHAPwFULROY1rE0rz40stabo0FDvtYgyYfaEo2JpPzrtkynJYaAvs2EALw_wcB)

[WEB] link: <https://www.evita-project.org/Publications/Seu09.pdf>

[WEB] link: <http://www.itsinternational.com/categories/location-based-systems/features/car-to-car-communications-a-step-closer/>

[WEB] link: <https://www.theverge.com/2016/12/12/13923254/audi-v2i-las-vegas-test-drive-traffic-signals>

### **Coches actuales con sistemas V2X**

[WEB] link: <https://www.theverge.com/2016/12/12/13923254/audi-v2i-las-vegas-test-drive-traffic-signals>

### **Videos de interés**

[WEB] link: <https://www.youtube.com/watch?v=ztIe9Pc-qs>

[WEB] link: <https://www.youtube.com/watch?v=YPCAtCjGaU0>

[WEB] link: <https://www.youtube.com/watch?v=YokekT9r9sM>

[WEB] link: <https://www.youtube.com/watch?v=tNY-T-PURxI>

[WEB] link: <https://www.youtube.com/watch?v=XD-D9B4bCxE>

### **VEHICULOS AUTÓNOMOS**



### **¿Qué es un vehículo autónomo?**

[WEB] link: <http://www.rastreator.com/seguros-de-coche/reportajes/coche-autonomo.aspx>

[WEB] link: <https://www.autobild.es/contenido-patrocinado/especial-toyota-que-es-como-funciona-coche-autonomo-262119>

[WEB] link: <https://www.seguridad-vial.net/vehiculo/seguridad-pasiva/156-el-sistema-adas-ayuda-a-prevenir-accidentes-de-traffic-a-los-conductores>

### **Niveles de autonomía**

[WEB] link: <http://v2gov.com/tag/norman-bel-geddes/>

[WEB] link: <https://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/5-niveles-conduccion-autonoma>

[WEB] link: <https://tecnolucion.com/niveles-de-autonomia-coches-autonomos/>

[WEB] link: <https://www.race.es/motor/tecnologia/coches-autonomos-carrera-autonomia-total>

[WEB] link: <https://www.20minutos.es/noticia/2825372/0/clasificacion-coches-autonomos/>

### **Video de interés**

[WEB] link: [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=112&v=\\_jr3R-DzASE](https://www.youtube.com/watch?time_continue=112&v=_jr3R-DzASE)

### **Funciones de los coches autónomos**

[WEB] link: <https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/como-funciona-el-control-de-velocidad-de-crucero-y-cuando-usarlo-para-ganar-en-seguridad>

[WEB] link: <https://motor.elpais.com/conducir/peor-aparcamiento-la-historia/>

[WEB] link: <https://www.lowcostparking.es/blog/como-funciona-el-asistente-de-aparcamiento-de-un-coche/>

[WEB] link: <https://support.volvocars.com/es/cars/Pages/owners-manual.aspx?mc=v526&my=2016&sw=15w46&article=548956727ac6edfbc0a80151522a4edc>

[WEB] link: <http://www.autopista.es/noticias-motor/articulo/sistemas-frenada-emergencia-ciudad-coches-examen>

[WEB] link: <http://www.circulaseguro.com/tag/glosario-de-seguridad-del-vehiculo/>

[WEB] link: <https://www.motor.mapfre.es/consejos-practicos/seguridad-vial/5012/como-funciona-el-detector-de-objetos-en-el-angulo-muerto>

[WEB] link: <https://www.diariomotor.com/2014/12/11/alerta-cambio-involuntario-carril/>

### **Funciones futuras del vehículo autónomo**

[WEB] link: <https://www.autobild.es/noticias/dru-primer-coche-autonomo-que-reparte-pizzas-mundo-284725>

[WEB] link: [https://elpais.com/tecnologia/2017/01/26/actualidad/1485435443\\_182055.html](https://elpais.com/tecnologia/2017/01/26/actualidad/1485435443_182055.html)

[WEB] link:

<http://www.marca.com/motor/modeloscoches/2017/08/29/59a57905468aebaa4d8b45be.html>

[WEB] link: <https://www.nutonomy.com/newsroom/>

### **Componentes de un vehículo autónomo**

[WEB] link: <https://www.race.es/motor/tecnologia/coches-autonomos-carrera-autonomia-total>

[WEB] link: <https://programarfacil.com/podcast/coche-autonomo-estado-del-arte/>

[WEB] link: <https://tecvolucion.com/como-puede-un-coche-anticipar-un-accidente-y-evitarlo-en-decimas-de-segundo/>

[WEB] link: <http://www.ticbeat.com/innovacion/todo-debes-saber-vehiculos-autonomos/>

### **Modelos de vehículos autónomos**

[WEB] link: <https://waymo.com/ontheroad/>

[WEB] link: [https://www.tesla.com/es\\_ES/autopilot](https://www.tesla.com/es_ES/autopilot)

[WEB] link: <https://www.autocasion.com/actualidad/pruebas/prueba-del-mercedes-clase-e-220d-2016>

[WEB] link: <https://www.autocasion.com/actualidad/pruebas/prueba-del-bmw-750d-xdrive-2016>

[WEB] link: <https://motor.elpais.com/tecnologia/saber-coche-autonomo/>

[WEB] link: [https://cincodias.elpais.com/cincodias/2017/03/07/motor/1488880744\\_979760.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2017/03/07/motor/1488880744_979760.html)

[WEB] link: <https://www.daimler.com> › Innovation › CASE › Autonomous

[WEB] link: <http://www.motoryracing.com/coches/noticias/la-historia-del-vehiculo-autonomo-y-el-future-bus/>

[WEB] link: <https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/design/smart/concept-cars-smart/smart-vision-eq-fortwo-urban-lifestyle-of-the-future/>

### **Estudios de sistemas de coches autónomos**

[WEB] link: <http://www.autopista.es/noticias-motor/articulo/sistemas-frenada-emergencia-ciudad-coches-examen>

[WEB] link: <http://www.europapress.es/motor/coches-00640/noticia-vehiculo-conductor-aportara-17000-millones-pib-europeo-2050-20161130175915.html>

[WEB] link: <http://www.eleconomista.es/ecomotor/motor/noticias/7996300/11/16/Economia-Motor-El-despliegue-del-vehiculo-sin-conductor-aportara-17000-millones-al-PIB-europeo-hasta-2050.html>

### **Impacto de los vehículos autónomos**

McKinsey: Automotive Revolution Towards 2030

### **COCHE COMPARTIDO**

SAG Report Car Sharing

#### **Introducción**

[WEB] link: <http://www.autopista.es/noticias-motor/articulo/asi-funciona-carsharing-movilidad-urbana-alquiler>

[WEB] link:

<http://www.elmundo.es/motor/2015/07/23/55b1154846163f67098b4580.html><http://electromovilidad.net/que-es-el-carsharing/>

[WEB] link: <https://www.elperiodico.com/es/motor/noticias/actualidad/movilidad/carsharing-car-sharing-todo-debes-saber-espana-6347126>

[WEB] link: <https://www.infobae.com/2015/12/16/1776933-carpooling-que-es-y-como-funciona/>

### **Ventajas e inconvenientes de vehículo compartido**

[WEB] link: <https://marketing4ecommerce.net/cinco-ventajas-del-carsharing-las-ciudades/>

[WEB] link: <http://www.eleconomista.es/ecomotor/motor/noticias/8118133/01/17/Motivos-para-decir-si-o-no-a-servicios-de-carsharing-como-Car2Go-o-Emov.html>

[WEB] link: <https://www.infobae.com/2015/12/16/1776933-carpooling-que-es-y-como-functiona/>

[WEB] link: <http://blogs.icemd.com/blog-el-marketing-y-la-economia-colaborativa/compartir-coche-o-carpooling-ventajas-y-desventajas-parte-ii/>

[WEB] link:

<http://www.aecarsharing.es/images/publicaciones/Presentacion%20Congreso%20Diputados.%2023.06.2015>

### **Clasificación de CS**

[WEB] link: <http://www.fundaciomobilitatsostenible.org/mimg/momo/es/fs10.pdf>

[WEB] link: <http://www.businessinsider.com/gm-to-pilot-new-p2p-car-sharing-service-2018-3>

[WEB] link: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/consumer-industrial-products/CIP-Automotive-Car-Sharing-in-Europe.pdf>

[WEB] link: <http://www.automotivetechologies.com/car-sharing>

[WEB] link: <https://movilidadconectada.com/2017/04/10/descubriendo-el-carsharing-iii-una-apuesta-segura/>

### **Desarrollo del CS**

[WEB] link:

<http://www.aecarsharing.es/images/publicaciones/Presentacion%20Congreso%20Diputados.%2023.06.2015>

[WEB] link: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/consumer-industrial-products/CIP-Automotive-Car-Sharing-in-Europe.pdf>

[WEB] link: <http://carsharing.es/las-administraciones-apoyan-el-car-sharing/>

[WEB] link: <https://www.elperiodico.com/es/sociedad/20171007/coche-compartido-electrico-triunfa-madrid-mientras-barcelona-frena-6337570>

### **VEHÍCULO ELÉCTRICO**

Selectra: Informe coche eléctrico

#### **Introducción**

[WEB] link: <http://www.peugeot.es/que-es-un-coche-electrico.html>

[WEB] link: <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/coches-electricos-que-son-y-como-funcionan>

[WEB] link: <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/hablemos-de-eficiencia-coche-de-combustion-vs-coche-electrico>

#### **Distinción entre vehículos eléctricos e híbridos**

[WEB] link: <https://www.autobild.es/reportajes/diferencias-coche-hibrido-hibrido-enchufable-319905>

[WEB] link: <https://corrienteelectrica.renault.es/diferencias-entre-el-coche-hibrido-y-el-electrico/>

[WEB] link: <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/que-es-un-coche-hibrido>

#### **Componentes del VE**

[WEB] link: <http://www.peugeot.es/que-es-un-coche-electrico.html>

[WEB] link: <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/coches-electricos-que-son-y-como-funcionan>

**Baterías**

[WEB] link: [http://www.aficionadosalamecanica.com/coche-electrico\\_bateria.htm](http://www.aficionadosalamecanica.com/coche-electrico_bateria.htm)

[WEB] link: <http://electromovilidad.net/tipos-de-bateria-para-coche-electrico/>

[WEB] link: <https://corrienteelectrica.renault.es/tipos-de-bateria-para-coche-electrico/>

**Tipos de carga de los vehículos eléctricos**

[WEB] link: <http://www.caranddriver.es/coches/planeta-motor/cuanto-cuesta-realmente-cargar-un-coche-electrico>

[WEB] link: <https://endesavehiculoelectrico.com/recarga/tipos-de-recarga/>

[WEB] link: <https://www.pcuv.es/evomobile/acerca-de.html#>

**Comparación VE con VC**

[WEB] link: <http://forococheselectricos.com/2011/11/motor-electrico-versus-motor-de.html>

[WEB] link: <http://electromovilidad.net/comparativa-coche-electrico-vs-coche-combustion/>

[WEB] link: <https://corrienteelectrica.renault.es/las-emisiones-del-vehiculo-electrico-frente-al-de-combustible/>

[WEB] link: <http://blogs.cdecomunicacion.es/ignacio/2017/04/03/comparativa-del-vehiculo-electrico-con-el-tradicional-de-gasoil-o-gasolina/>

[WEB] link: <https://corrienteelectrica.renault.es/mas-eficiente-vehiculo-electrico-uno-combustible/>

[WEB] link: <https://www.gruposanimotor.com/vehiculos-electricos-vs-vehiculos-de-combustion/>

**Vehículos eléctricos vendidos**

[WEB] link: [https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/2017/02/170216\\_US\\_ElectricVehicles\\_esp.pdf](https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/2017/02/170216_US_ElectricVehicles_esp.pdf)

[WEB] link: <https://corrienteelectrica.renault.es/8-datos-nos-muestran-la-evolucion-del-mercado-del-coche-electrico-dia-hoy/>

[WEB] link: <https://www.elperiodico.com/es/motor/noticias/industria/mercado/espana-triplicara-numero-vehiculos-electricos-2020-6392632>

[WEB] link: <https://movilidadelectrica.com/documentos/ventas/resumenventas18.jpg>

[WEB] link: [http://www.lasexta.com/motor/noticias/estos-fueron-los-10-vehiculos-electricos-mas-vendidos-en-espana-en-2016\\_201701055a957e2e0cf2586cf84160c3.html](http://www.lasexta.com/motor/noticias/estos-fueron-los-10-vehiculos-electricos-mas-vendidos-en-espana-en-2016_201701055a957e2e0cf2586cf84160c3.html)

## **Bibliografía de la implementación**

### **Barcelona**

[WEB] link: <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/censo-conductores/tablas-estadisticas/>

[WEB] link: [https://www.metropoliabierta.com/el-pulso-de-la-ciudad/movilidad/numero-coches-barcelona\\_1619\\_102.html](https://www.metropoliabierta.com/el-pulso-de-la-ciudad/movilidad/numero-coches-barcelona_1619_102.html)

[WEB] link: <http://mobilitat.ajuntament.barcelona.cat/ca/modes-de-transport/vehicle-electric>

### **Puntos de carga**

(imagen) [WEB] link:

[http://guia.barcelona.cat/ca/llistat?tipuscerca=directoris&c=000010?011059\\*&nr=300](http://guia.barcelona.cat/ca/llistat?tipuscerca=directoris&c=000010?011059*&nr=300)

[WEB] link: [https://www.vozpopuli.com/altavoz/tecnologia/demonios-recarga-electricos-Car2Go-Emov\\_0\\_1024398571.html](https://www.vozpopuli.com/altavoz/tecnologia/demonios-recarga-electricos-Car2Go-Emov_0_1024398571.html)

[WEB] link:

<https://w30.bcn.cat/APPS/portaltramits/portal/channel/default.html?&stpid=20100001027&style=ciudadano&language=es>

### **Elección de clientes**

[WEB] link: <http://www.lavanguardia.com/economia/20180219/44906452167/car-sharing.html>

[WEB] link: <http://www.eleconomista.es/ecomotor/motor/noticias/8259024/03/17/El-crecimiento-del-carsharing-continua-imparable-en-Madrid-entre-Car2Go-y-Emov-ya-superan-los-250000-usuarios.html>

[WEB] link: [https://www.car2go.com/media/data/spain/microsite-press/files/180205\\_nota-de-prensa\\_car2go-celebra-los-tres-millones-de-clientes.pdf](https://www.car2go.com/media/data/spain/microsite-press/files/180205_nota-de-prensa_car2go-celebra-los-tres-millones-de-clientes.pdf)

### **Aparcamiento**

[WEB] link: <https://corrienteelectronica.renault.es/como-registrar-y-solicitar-la-documentacion-del-vehiculo-electrico/>

[WEB] link: <https://mobile.nytimes.com/2013/01/26/business/car-sharing-services-grow-and-expand-options.html>

[WEB] link: <http://www.aparcamentsbsm.cat/es/aparcar-al-mejor-precio/aparcar-al-mejor-precio/buscador/>

[WEB] link: <https://www.20minutos.es/noticia/569948/0/citroen/c-zero/electrico/>

### **Elección de vehículos**

[WEB] link: <https://www.smart.com/de/de/index.html>

[WEB] link: <https://www.toyota.es>

[WEB] link: <http://www.citroen.es>

[WEB] link: <http://www.hyundai.com>

[WEB] link: <https://www.renault.es>

### **Costes**

#### **Precio del vehículo**

[WEB] link: [https://www.lainformacion.com/economia-negocios-y-finanzas/motor/car-sharing-no-rentable-car2go-emove-coche-compartido\\_0\\_1066994970.html](https://www.lainformacion.com/economia-negocios-y-finanzas/motor/car-sharing-no-rentable-car2go-emove-coche-compartido_0_1066994970.html)

[WEB] link: <https://www.renault.es>

[WEB] link: <http://www.redemprendeverde.es/pg/entrevistas/admin/read/56899/bluemove>

### **Seguro**

[WEB] link: <http://www.rastreator.com/seguros-de-coche/asegurar-coche/seguro-citroen/c-zero.aspx>

### **Plan VEA**

[WEB] link: <https://www.libremercado.com/2018-05-30/el-gobierno-aprobara-el-plan-vea-a-la-compra-de-coches-cuales-son-1276619630/>

[WEB] link: <https://corrienteelectronica.renault.es/plan-vea-plan-de-ayudas-a-la-compra-de-coches-electricos/>

### **Autonomía + Precio de carga**

[WEB] link: <https://micocheelectrico.com/coches-electricos-citroen/ficha-tecnica-y-precio-citroen-c-zero/>

### **Alquiler de local**

[WEB] link: <https://www.idealista.com/inmueble/40263426/>

### **Beneficios**

[WEB] link: <http://www.eleconomista.es/tecnologia/noticias/7376744/02/16/Bluemove-La-revolucion-de-transporte-que-estabamos-esperando-se-esta-produciendo-ahora.html>

[WEB] link: <http://www.lavanguardia.com/vida/20180203/44495681411/lanzan-un-seguro-para-proteger-a-usuarios-de-servicios-de-coche-compartido.html>

[WEB] link: <http://www.eleconomista.es/ecomotor/motor/noticias/8818092/12/17/Precios-flota-autonomia-comparativa-entre-Zity-car2go-y-Emov-las-empresas-de-carsharing-electrico-en-Madrid.html>

### **Análisis**

#### **Análisis mediante las 5 fuerzas de Porter**

[WEB] link: <http://www.5fuerzasdeporter.com>

[WEB] link: <https://dircomfidencial.com/diccionario/5-fuerzas-porter-20161109-1320/>

#### **Cálculo del VAN**

[WEB] link: <http://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>

[WEB] link: <http://www.buenosnegocios.com/notas/247-van-y-tir-cuanto-vale-una-inversion>

[WEB] link: <https://www.datosmacro.com/ipc-paises/espana>

#### **Cálculo del Tir**

[WEB] link: <http://www.buenosnegocios.com/notas/247-van-y-tir-cuanto-vale-una-inversion>

[WEB] link: <https://www.rankia.cl/blog/mejores-opiniones-chile/3391122-tasa-interna-retorno-tir-definicion-calculo-ejemplos>

[WEB] link: <http://yirepa.es/ejemplo-van-desarrollo-formula.html>

[WEB] link: <http://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>



